

# Forma urbana, mobilidade e sustentabilidade: um ensaio metodológico na Área Metropolitana do Porto

Ângela Margarida Fernandes Dias

Dissertação realizada no âmbito do Mestrado em Sistemas de Informação Geográfica e Ordenamento do Território, orientada pela Professora Doutora Teresa Sá Marques

## Membros do Júri

Professora Doutora Elsa Pacheco  
Faculdade Letras - Universidade Porto

Professor Doutor Carlos Bateira  
Faculdade Letras - Universidade Porto

Professor Doutor Teresa Sá Marques  
Faculdade Letras - Universidade Porto

Classificação obtida: 17 valores



# Sumário

<b>SUMÁRIO</b>	<b>III</b>
<b>AGRADECIMENTOS</b>	<b>V</b>
<b>RESUMO</b>	<b>VI</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>VII</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	<b>VIII</b>
<b>ÍNDICE DE GRÁFICOS</b>	<b>IX</b>
<b>ÍNDICE DE MAPAS</b>	<b>X</b>
<b>ÍNDICE DE TABELAS</b>	<b>XI</b>
<b>ACRÓNIMO</b>	<b>XII</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
1.1 ENQUADRAMENTO E OBJETIVOS	1
1.2 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	2
<b>PARTE I – ENQUADRAMENTO CONCEPTUAL</b>	<b>4</b>
<b>2. SUSTENTABILIDADE E FORMA URBANA</b>	<b>5</b>
2.1 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL AO DESENVOLVIMENTO URBANO SUSTENTÁVEL	5
2.2 FORMAS URBANAS	10
2.3 MOBILIDADE	24
2.4 O CASO PORTUGUÊS	28
<b>3. SUSTENTABILIDADE E CONSTRUÇÃO</b>	<b>34</b>
3.1 CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL	34
3.2 CARACTERÍSTICAS DA CONSTRUÇÃO	37
3.3 O SETOR DOS EDIFÍCIOS EM PORTUGAL	40
<b>PARTE II – ABORDAGEM EMPÍRICA</b>	<b>45</b>
<b>4. ENQUADRAMENTO METODOLÓGICO</b>	<b>46</b>
4.1 IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	46
4.2 ENQUADRAMENTO E CARACTERIZAÇÃO GERAL	47
4.3 METODOLOGIAS	53
<b>5. ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS</b>	<b>62</b>
5.1 MOBILIDADE E FORMA URBANA NA AMP	62
5.1.1 <i>A mobilidade</i>	62
5.1.2 <i>Forma Urbana</i>	67

5.1.3	<i>A relação da mobilidade e a forma urbana.....</i>	71
5.2	FORMA URBANA E MOBILIDADE NO PORTO .....	72
5.3	FORMA URBANA E MOBILIDADE EM V. N. GAIA.....	77
5.4	O PARQUE EDIFICADO .....	80
5.4.1	<i>Época de construção.....</i>	81
5.4.2	<i>Estado de conservação e necessidade de reparação .....</i>	85
5.4.3	<i>Materiais de construção .....</i>	89
6.	<b>CONCLUSÕES FINAIS.....</b>	94
7.	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	98

## **Agradecimentos**

Na realização desta dissertação, foram várias as pessoas que contribuíram de alguma forma para que a concretização desta fosse possível, e a todas elas fica aqui um especial agradecimento.

À professora Teresa Sá Marques, que sempre se mostrou com uma orientação atenta, cuidada e sempre disponível. Pela paciência prestada durante este longo período de trabalho, por toda a partilha de conhecimentos e pela confiança depositada em mim.

Aos meus pais, um especial agradecimento, porque sem o apoio deles certamente não estaria onde estou hoje. Pela disponibilidade e o apoio para que nada me faltasse, pelo carinho e dedicação ao longo destes anos, por toda a paciência nas horas de maior aperto e por tudo o que me ensinaram, a vocês um muito obrigado!

Ao meu irmão e à Betânia, que sempre se mostram disponíveis para me ajudar, por todo o apoio e paciência e pelos conhecimentos partilhados.

Um agradecimento especial ao Samuel, que me acompanhou neste processo de dissertação mas também durante o meu período académico. Pelo apoio constante e pela paciência, mesmo nas alturas mais complicadas, pelo interesse, amizade e carinho sempre demonstrados e por toda a motivação e por acreditar em mim, e sobretudo por ser um exemplo para mim!

Aos professores Filipe Silva, Vítor Leal e Eunice Fontão por todos os conhecimentos partilhados ao longo deste trabalho. E ao Diogo Ribeiro, por toda a partilha de conhecimentos e pelo interesse e apoio demonstrado na realização deste trabalho.

E por fim, mas não menos importantes, à Rafaela, Cristina, Luís e Catarina, amigos de longa data que sempre se preocuparam comigo e me apoiaram. E à Joana Magalhães, companheira de dissertação, por toda a ajuda durante este processo, apoio e motivação.

A todos vocês um muito obrigado!

## **Resumo**

O estudo da forma urbana e da sustentabilidade têm um papel fundamental em Portugal, pois o contexto territorial é marcado pela expansão destas áreas e pela continuação do crescimento.

A presente dissertação tem como objetivos principais a identificação de formas urbanas compactas e dispersas, a compreensão da relação entre as formas urbanas e a mobilidade, e por fim uma breve caracterização e relação do edificado com a compactidade. Estes objetivos são aplicados em contextos territoriais diferentes. Numa escala mais abrangente a Área Metropolitana do Porto, e numa escala mais pormenorizada os concelhos do Porto e Vila Nova de Gaia.

Como objetivos específicos pretendemos assim responder às seguintes perguntas: Como se distribuem as formas urbanas presentes na AMP, e concelhos do Porto e V. N. Gaia? Como se relaciona a forma urbana com a mobilidade? Serão as áreas mais compactas as que menor dependem do automóvel? Como se caracterizam e comportam os edifícios nestas áreas? São esses edifícios sustentáveis a vários níveis (indicadores), e quais os contributos para a forma urbana?

Metodologicamente, a utilização de ferramentas e técnicas em SIG e estatística permitem a produção cartográfica e análise multivariada, importantes para o decorrer de análises territoriais sobre a forma urbana e sustentabilidade. A metodologia adotada e desenvolvida revela-se eficiente na identificação de formas urbanas e sustentabilidade dos meios de transporte e construção.

**Palavras-chave:** Forma urbana; Sustentabilidade; Mobilidade; Construção.

## **Abstract**

The studies of urban form and sustainability have a key role in Portugal, because the territorial context is marked by the expansion of these areas and the continuation of growth.

The present dissertation has as main goals the identification of compact urban forms and scattered, the understanding of this relationship the urban forms and mobility, and finally a brief characterization and relationship of the built with the compactness. These goals are applied in different territorial contexts. On a broader scale the Metropolitan Area of Porto, and a more detailed scale the municipalities of Porto and Vila Nova de Gaia.

As specific objectives we want to answer the following questions: what are the urban forms present in the AMP, and the municipalities of Porto and V. N. Gaia? As it relates to urban form with mobility? Will be more compact areas the smaller depend on the car? Are these with use of more sustainable transport? How are characterized and contain the buildings in these areas? Are these sustainable buildings at various levels (indicators), and will contribute to the comfort of the inhabitants in their homes?

Methodologically, the use of tools and techniques in GIS and statistics enable the cartographic production and multivariate analysis, important to the course of territorial analysis on urban form and sustainability. The methodology adopted and developed proves to be efficient in identifying urban forms and sustainability of means of transport and construction.

**Keywords:** urban form; Sustainability; Mobility; Construction.

## Índice de figuras

FIGURA 1 - ALGUNS PADRÕES ESPACIAIS DE CRESCIMENTO URBANO: A – COMPACTO; B – POLINUCLEADO; C – LINEAR; D – INTERCALADO/DESCONTÍNUO (LEAPFROG); E - DISPERSO/DISSEMINADO (SCATTERED) .....	23
FIGURA 2 - CONSUMO DE GASOLINA <i>PER CAPITA VERSUS</i> DENSIDADE POPULACIONAL (ADAPTADO DE NEWMAN E KENWORTHY 1989) .....	25
FIGURA 3 - ESQUEMA METODOLÓGICO DA DENSIDADE DE EDIFÍCIOS.....	56
FIGURA 4 - ESQUEMA METODOLÓGICO DA DISTÂNCIA MÉDIA ENTRE EDIFÍCIOS .....	57
FIGURA 5 - ESQUEMA METODOLÓGICO DA DENSIDADE POPULACIONAL .....	58



## Índice de gráficos

GRÁFICO 1 - NÚMERO TOTAL DE EDIFÍCIOS SEGUNDO OS CENSOS DE 1981 A 2001, EM PORTUGAL CONTINENTAL .....	41
GRÁFICO 2 - NÚMERO DE EDIFÍCIOS POR ÉPOCA DE CONSTRUÇÃO, SEGUNDO OS CENSOS DE 2011, EM PORTUGAL CONTINENTAL .....	44
GRÁFICO 3 - PERCENTAGEM DE MEIOS DE TRANSPORTE UTILIZADOS NA AMP (2011).....	63
GRÁFICO 4 - PERCENTAGEM DOS MEIOS DE TRANSPORTE UTILIZADOS PARA O LOCAL DE TRABALHO OU ESTUDO, POR CONCELHO NA AMP.....	66
GRÁFICO 5 - PERCENTAGEM DE MEIOS DE TRANSPORTE UTILIZADOS NO PORTO (2011) .....	75
GRÁFICO 6 - PERCENTAGEM DE UTILIZAÇÃO DOS MEIOS DE TRANSPORTE EM V. N. GAIA (2011) .....	79
GRÁFICO 7 - NÚMERO TOTAL DE EDIFÍCIOS NA AMP, PORTO E V. N. GAIA EM 2011 .....	81
GRÁFICO 8 - PERCENTAGEM DE EDIFÍCIOS SEGUNDO A ÉPOCA DE CONSTRUÇÃO NA AMP, PORTO E V. N. GAIA (2011) .....	82
GRÁFICO 9 - PERCENTAGEM MÉDIA DE NECESSIDADE DE REPARAÇÃO DOS EDIFÍCIOS CLÁSSICOS NA AMP, PORTO E V. N. GAIA EM 2011.....	86
GRÁFICO 10 - PERCENTAGEM DE EDIFÍCIOS SEGUNDO OS MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO NA AMP, PORTO E V. N. GAIA EM 2011 .....	90

## Índice de Mapas

MAPA 1 - LOCALIZAÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO .....	47
MAPA 2 - POPULAÇÃO RESIDENTE POR CONCELHO NA AMP EM 2011 .....	52
MAPA 3 - SUSTENTABILIDADE DOS MEIOS DE TRANSPORTE UTILIZADOS PARA O LOCAL DE TRABALHO OU ESTUDO (2011) ....	65
MAPA 4 - ÍNDICE DE DENSIDADE POPULACIONAL NA AMP .....	69
MAPA 5 - ÍNDICE DE DENSIDADE DE EDIFÍCIOS NA AMP .....	69
MAPA 6 - ÍNDICE DA DISTÂNCIA MÉDIA ENTRE EDIFÍCIOS NA AMP .....	70
MAPA 7 - ÍNDICE DE COMPACTAÇÃO E DISPERSÃO NA AMP .....	70
MAPA 8 - ÍNDICE DE DENSIDADE POPULACIONAL NO CONCELHO DO PORTO.....	72
MAPA 9 - ÍNDICE DE DENSIDADE DE EDIFÍCIOS NO CONCELHO DO PORTO .....	73
MAPA 10 - ÍNDICE DE DISTÂNCIA MÉDIA ENTRE EDIFÍCIOS NO CONCELHO DO PORTO .....	74
MAPA 11 - ÍNDICE DE COMPACTAÇÃO E DISPERSÃO NO CONCELHO DO PORTO .....	74
MAPA 12 - SUSTENTABILIDADE DOS MEIOS DE TRANSPORTE UTILIZADOS PARA O LOCAL DE TRABALHO OU ESTUDO, NO PORTO EM 2011.....	76
MAPA 13 - ÍNDICE DE DENSIDADE POPULACIONAL EM V. N. GAIA .....	77
MAPA 14 - ÍNDICE DE DENSIDADE DE EDIFÍCIOS EM V. N. GAIA.....	78
MAPA 15 - ÍNDICE DE COMPACTAÇÃO E DISPERSÃO EM V. N. GAIA .....	79
MAPA 16 - ÉPOCA DE CONSTRUÇÃO DO EDIFICADO, POR SUBSECÇÃO ESTATÍSTICA NA AMP EM 2011 .....	83
MAPA 17 - ÉPOCA DE CONSTRUÇÃO DO EDIFICADO NO CONCELHO DO PORTO EM 2011 .....	84
MAPA 18 - ÉPOCA DE CONSTRUÇÃO DO EDIFICADO NO CONCELHO DE V. N. GAIA EM 2011 .....	85
MAPA 19 - PERCENTAGEM DE EDIFÍCIOS COM NECESSIDADE DE REPARAÇÃO E MUITO DEGRADADOS NA AMP EM 2011 .....	87
MAPA 20 - PERCENTAGEM DE EDIFÍCIOS COM NECESSIDADE DE REPARAÇÃO E MUITO DEGRADADOS NO PORTO EM 2011 ...	88
MAPA 21 - PERCENTAGEM DE EDIFÍCIOS COM NECESSIDADE DE REPARAÇÃO E MUITO DEGRADADOS NO CONCELHO DE V. N. GAIA EM 2011 .....	89
MAPA 22 - MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO DO EDIFICADO POR SUBSECÇÃO ESTATÍSTICA NA AMP EM 2011 .....	91
MAPA 23 - MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO DO EDIFICADO POR SUBSECÇÃO ESTATÍSTICA NO CONCELHO DO PORTO EM 2011 ..	92
MAPA 24 - MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO DO EDIFICADO POR SUBSECÇÃO ESTATÍSTICA EM V. N. GAIA EM 2011 .....	93

## Índice de tabelas

TABELA 1 – CRÍTICAS A FAVOR E CONTRA A TEORIA DA ‘CIDADE COMPACTA’ .....	22
TABELA 2 - NÚMERO TOTAL DE EDIFÍCIOS POR LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA (NUT II), SEGUNDO OS CENSOS 2001 E 2011, EM PORTUGAL CONTINENTAL .....	41
TABELA 3 - POPULAÇÃO RESIDENTE POR LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA (NUT II), SEGUNDO OS CENSOS 1991, 2001 E 2011, EM PORTUGAL CONTINENTAL .....	42
TABELA 4 - EDIFÍCIOS COM OS PRINCIPAIS MATERIAIS UTILIZADOS NA CONSTRUÇÃO, POR NUT II, SEGUNDO OS CENSOS DE 2011, EM PORTUGAL CONTINENTAL .....	43
TABELA 5 - NÚMERO DE EDIFÍCIOS POR ESTADO DE CONSERVAÇÃO E POR LOCALIZAÇÃO, SEGUNDO OS CENSOS DE 2001 E 2011, EM PORTUGAL .....	44
TABELA 6 - IDENTIFICAÇÃO DOS CONCELHOS DA AMP E ANTIGAS SUB-REGIÕES .....	48
TABELA 7 - POPULAÇÃO RESIDENTE POR LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA (NUT II) EM PORTUGAL, 2011.....	48
TABELA 8 - POPULAÇÃO RESIDENTE POR LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA (NUT III) NA REGIÃO NORTE DE PORTUGAL, EM 2011	49
TABELA 9 - POPULAÇÃO RESIDENTE, CIDADINA E TAXA DE URBANIZAÇÃO POR LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA (NUT III), NA REGIÃO NORTE EM 2011 .....	50
TABELA 10 - POPULAÇÃO RESIDENTE POR MUNICÍPIOS PERTENCENTES À SUB-REGIÃO AMP (1991-2001-2011).....	51
TABELA 11 - PERCENTAGEM POPULACIONAL POR LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA EM 2011 .....	51
TABELA 12 - POPULAÇÃO RESIDENTE, CIDADINA E TAXA DE URBANIZAÇÃO POR MUNICÍPIOS DA AMP, EM 2011 .....	53
TABELA 13 - UNIFORMIZAÇÃO DAS VARIÁVEIS NUMA LÓGICA DE SUSTENTABILIDADE .....	59
TABELA 14 - LISTA DE INDICADORES PARA A BASE DE DADOS DAS ÁREAS DE ESTUDO .....	61
TABELA 15 - PERCENTAGEM DE EMISSÃO DE GEE SEGUNDO ALGUNS SETORES EM PORTUGAL E EUROPA, EM 2012.....	64

## **Acrónimo**

<b>AMP</b>	- Área Metropolitana do Porto
<b>APA</b>	- Agência Portuguesa do Ambiente
<b>AEA</b>	- Agência Europeia do Ambiente
<b>CMMAD</b>	- Comissão Mundial do Meio Ambiente e Desenvolvimento
<b>ENDS</b>	- Estratégia Nacional de Desenvolvimento Sustentável
<b>EPA</b>	- Agência de Proteção Ambiental (Sigla americana)
<b>EUA</b>	- Estados Unidos da América
<b>GEE</b>	- Gases com Efeito de Estufa
<b>INE</b>	- Instituto Nacional de Estatística
<b>FLUP</b>	- Faculdade de Letras da Universidade do Porto
<b>NU</b>	- Nações Unidas
<b>NUT</b>	- Nomenclatura das Unidades Territoriais
<b>PNPOT</b>	- Programa Nacional de Política de Ordenamento do Território
<b>POLIS</b>	- Programa de Requalificação Urbana e Valorização Ambiental de Cidades
<b>TP</b>	- Transportes Públicos
<b>UE</b>	- União Europeia

# **1. Introdução**

---

## **1.1 Enquadramento e objetivos**

Esta dissertação foi realizada no âmbito do Mestrado em Sistemas de Informação Geográfica e Ordenamento do Território, de forma a aprofundar os conhecimentos adquiridos no ano transato, e a aquisição de novas competências.

O estudo da sustentabilidade das áreas urbanas, considerando a forma urbana e particularmente os edifícios, tem suscitado interesse na investigação nos últimos anos em Portugal. A procura da forma urbana mais sustentável levou à criação de metodologias para constatar quais as formas que imperam na atualidade, e qual o melhor modelo urbano tendo em conta a mobilidade ou as morfologias do próprio edificado. Relativamente ao edificado, tem-se procurado avaliar o modelo urbano que melhor favorece o conforto e salubridade e que mais contribua para a redução de emissão de poluentes, que degradam o meio ambiente urbano.

Teoricamente, a cidade compacta parte do princípio que densidades elevadas de população, de emprego e de usos, permitem uma menor deslocação dos habitantes, reduzindo a dependência do transporte privado e contribuindo assim para uma melhor qualidade ambiental das áreas urbanas. Por outro lado, as áreas mais dispersas contribuem para um aumento de deslocações de população com recurso ao automóvel. E quanto ao parque edificado sabemos que uma cidade compacta traz benefícios ambientais e sociais. São territórios mais predispostos para processos de reabilitação do edificado e assim atrair um maior número população e atividades económicas, contribuindo para sustentabilidade destas áreas.

Assim sendo, com esta pesquisa pretende-se formular um contributo metodológico que permita identificar as áreas compactas e dispersas na Área Metropolitana do Porto, posteriormente com um enfoque nos concelhos do Porto e Vila Nova de Gaia. Este trabalho assenta em três dimensões, nomeadamente a densidade populacional e de edifícios e a distância média entre o edificado. Complementarmente auxilia-se esta pesquisa com análise da mobilidade e as características da construção do edificado, numa lógica de sustentabilidade.

Como objetivos específicos para esta pesquisa foram definidos os seguintes: a identificação de formas urbanas compactas e dispersas, a compreensão da relação entre as formas urbanas e a mobilidade, e por fim uma breve caracterização e relação do edificado com a compactidade e pretendemos assim responder às seguintes perguntas:

- Como se distribuem as formas urbanas presentes na AMP, e concelhos do Porto e V. N. Gaia?
- Como se relaciona a forma urbana com a mobilidade? Serão as áreas mais compactas as que menor dependem do automóvel?
- Como se caracterizam e comportam os edifícios nestas áreas? São esses edifícios sustentáveis a vários níveis (indicadores), e quais os contributos para a forma urbana?

## **1.2 Estrutura da dissertação**

A presente dissertação engloba duas partes distintas organizadas em seis capítulos. Uma primeira parte está relacionada com um enquadramento conceptual sobre as temáticas abordadas, e uma segunda parte com uma abordagem empírica com a apresentação dos casos de estudo.

Neste primeiro capítulo é feita uma breve introdução ao tema que será tratado nesta dissertação, e são apresentadas as motivações e objetivos do trabalho e ainda a organização do documento escrito.

No segundo capítulo é feito um enquadramento conceptual sobre a temática da sustentabilidade, forma urbana e mobilidade. É feita ainda uma pequena introdução do caso Português relativamente a estas temáticas.

No terceiro capítulo é feito um enquadramento sobre a sustentabilidade da construção e também aqui foi feita uma breve introdução sobre Portugal.

Findado o enquadramento conceptual, inicia-se a abordagem empírica para os casos de estudo. No quarto capítulo é feito um enquadramento metodológico com a identificação das áreas de estudo.

No quinto capítulo foi apresentado os resultados finais para cada área de estudo e feita uma análise aos mesmos.

No sexto capítulo foi apresentado as conclusões finais sobre tudo o processo da dissertação e sobre os resultados obtidos.

## **PARTE I – Enquadramento conceptual**



## 2. Sustentabilidade e Forma Urbana

---

### 2.1 Desenvolvimento Sustentável ao Desenvolvimento Urbano Sustentável

*Afinal, o desenvolvimento sustentável não é um estado permanente de harmonia, mas um processo de mudança no qual a exploração de recursos, a orientação de investimentos, os rumos dos desenvolvimentos tecnológicos e a mudança institucional estão de acordo com as necessidades atuais e futuras.*

Relatório Brundtland, *O nosso futuro Comum*, 1987

O processo de globalização, com o desenvolvimento capitalista e o avanço tecnológico, trouxe inúmeras vantagens para a sociedade. Contudo, a este progresso foi associada desvantagens claras no que diz respeito às problemáticas ambientais. A partir de meados dos anos 50, o aumento dos padrões de qualidade de vida associados ao crescimento e ao desenvolvimento económico, tiveram fortes impactos negativos sobre o meio ambiente, com os consumos excessivos de matérias-primas e energia (CMAD, 1991, p. 34).

*Maocir Gadotti* afirma que “o potencial destrutivo gerado pelo desenvolvimento capitalista colocou numa posição negativa frente à natureza” (Gadotti, 2000, p. 31). Este modelo de desenvolvimento levou a um consumo excessivo de recursos naturais e um desgaste energético que provocou um quadro de poluição e alterações climáticas, assim como a degradação do meio ambiente.

Nos finais dos anos 60 o Clube de Roma<sup>1</sup> afirma a necessidade de na maior conformidade entre o desenvolvimento económico e o meio ambiente de forma a não comprometer as gerações futuras. O modelo de desenvolvimento atual é incompatível com os ideais de proteção do meio ambiente, demonstrando as consequências do crescimento económico e demográfico relativamente aos níveis de poluição e esgotamento de recursos

---

<sup>1</sup> O clube de Roma, uma organização não-governamental, formou-se em 1968 por um conjunto de intelectuais de várias áreas – economia, ciências, professores e industriais – com o objetivo de discutir sobre os problemas económicos, políticos e sociais, contribuindo com novas medidas políticas no que diz respeito à degradação ambiental.

naturais (Madureira, 2005). Nesta publicação demonstra-se ainda que seria catastrófico para os recursos naturais se os países subdesenvolvidos consumissem tanto como os países desenvolvidos.

Também em 1972 surge a primeira grande conferência, organizada pela Organização das Nações Unidas, sobre a temática ambiental – Conferência de Estocolmo de 1972. Demonstra-se as consequências do consumo desenfreado de recursos naturais provocado pelo crescimento económico, dando origem a uma “Declaração sobre o Ambiente”. Nesta conferência surge um novo conceito – o *ecodesenvolvimento*. Conceito apresentado por Maurice Strong nesta conferência, sendo difundido por Ignacy Sachs posteriormente. O Ecodesenvolvimento pressupõe a promoção do desenvolvimento, sem pôr em causa o meio ambiente (Varella & Barros-Platiau, 2009, p. 15). Em 1980, o ecodesenvolvimento evolui para o “desenvolvimento sustentável” através da publicação *Estratégia Mundial da Conservação* produzida pela World Wildlife Found (WWF), no âmbito do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) e pela União Internacional para a Conservação da Natureza (UICN).

A adoção definitiva e oficializada do *desenvolvimento sustentável* surge com a publicação *O Nosso Futuro Comum*, publicado em 1987 ficando conhecido pelo Relatório de Brundtland. O desenvolvimento sustentável atende às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras atenderem também às suas. (CMAD, 1991, p. 9).

Segundo vários autores ((Madureira, 2005) e (Santana, 2012)) a consciencialização da problemática ambiental em termos políticos surge em 1992 com a Cimeira da Terra, realizada no Rio de Janeiro, Eco-92 como ficou conhecida, juntando 178 países para discutirem medidas para a conservação ambiental, resultando acordos importantes sobre alterações climáticas – Agenda 21. Este documento que “prescreve as ações a serem tomadas a fim de propiciar o uso racional dos recursos naturais, a inclusão social, a preservação da biodiversidade, a utilização de energias renováveis, o ordenamento territorial, o fortalecimento das funções públicas, a ampliação da participação da sociedade civil, a educação ambiental, entre outras.” (Vassalo, 2009, p. 8)

Segunda Helena Madureira três dimensões são constantemente lembradas para definir o conceito de desenvolvimento sustentável: sociedade, economia e ambiente. Seguindo Ismail Serageldin, Maria Cândido refere as três dimensões da seguinte forma:

- Pela dimensão social entende-se: equidade, coesão social e capacitação;
- Pela dimensão económica entende-se: crescimento sustentável, capital e eficiência;
- Pela dimensão ambiental entende-se: integridade do ecossistema, recursos naturais e biodiversidade (Cândido, 2010, p. 22).

Ignacy Sachs introduz mais duas novas dimensões no desenvolvimento sustentável:

- A dimensão social, “por motivos tanto intrínsecos quanto instrumentais, por causa da perspectiva de disrupção social que paira de forma ameaçadora sobre muitos lugares problemáticos do nosso planeta”
- A dimensão ambiental, “com as suas duas dimensões (os sistemas de sustentação da vida como provedores de recursos e como “recipientes” para a disposição de resíduos) ”
- A dimensão territorial, relacionada com a “distribuição espacial dos recursos, das populações e das atividades”
- A dimensão económica, “sendo a viabilidade económica a *conditio sine qua non* para que as coisas aconteçam”
- A dimensão política, pois “a governança democrática é um valor fundador e um instrumento necessário para fazer as coisas acontecerem; a liberdade faz toda a diferença” (Sachs, 2004, pp. 14-15).

A introdução da dimensão territorial, nomeadamente o contexto urbano, não é recente, remetendo-nos para a última década do século XX. Segundo Helena Madureira os estudos dedicados ao ‘desenvolvimento urbano sustentável’ surgem pelo próprio sucesso do conceito ‘desenvolvimento sustentável’, na tentativa da aplicabilidade deste, na vertente ambiental ao meio urbano (Madureira, 2006, p. 29). Há a consciencialização que o contexto urbano está a aumentar, sendo as cidades as maiores consumidoras da energia mundial, representando 75%

desse consumo e responsáveis por 80% das emissões de gases efeito de estufa (GEE).<sup>2</sup> A crescente urbanização associada ao aumento da população urbana e a atual situação ambiental, social e económica das cidades leva-nos a refletir sobre as áreas urbanas orientadas para um desenvolvimento mais sustentável.

A primeira referência de políticas urbanas de promoção do desenvolvimento sustentável surge no início da última década do século XX, com a publicação da Comissão Europeia do *Livro Verde sobre o Ambiente Urbano* em 1990. Aqui foi diagnosticado os principais problemas ambientais que as cidades europeias se deparam, nomeadamente as teorias de planeamento funcionalistas expostas na ‘Carta de Atenas’ e nas ‘Cidades-Jardim Britânicas’ com sistemas baseados no zonamento<sup>3</sup> que estruturaram as formas das cidades europeias<sup>4</sup>. Estas teorias agravaram a dependência do uso de transporte privado e o declínio do centro das cidades, tornando-as monofuncionais e terciárias, “ (...) destruindo a flexibilidade da cidade e dos edifícios”(CCE, 1990, p. 42). Neste mesma publicação, depois de demonstrados os problemas urbanos, foram definidas políticas para o melhoramento do ambiente urbano com a redução do impacte das atividades urbanas e para a estrutura física das cidades.

Em 1991 foi criado pela União Europeia um grupo de peritos sobre o ambiente urbano e lançado em 1993 o projeto “Cidades sustentáveis”, que tinha como objetivos a “promoção de novas ideias sobre sustentabilidade nos contextos urbanos europeus, o estímulo ao intercâmbio de experiências, a difusão de boas práticas sobre sustentabilidade ao nível urbano, a formulação de recomendações às instituições da UE e às autoridades nacionais, regionais e locais” (Queirós & Vale, 2005, p. 2)

Na *Carta de Aalborg*, elaborada em 1994, foram definidas políticas de gestão que vão ao encontro das medidas de conservação ambiental impostas pela *Agenda 21* em 1992 na

---

<sup>2</sup> Dados segundo o Relatório das Nações Unidas “*Cities and climate change initiative launch and conference report*” Oslo 17 de Março 2009 - p. 8.

<sup>3</sup> Nesta mesma publicação – Livro Verde - é possível definir zonamento como “compartimentação e localização rígida das atividades com base na sua função” (CCE, 1990, p. 40).

<sup>4</sup> Ainda sobre o assunto do zonamento imposto na Europa, Teresa Sá Marques afirma que com o abandono dos campos para as cidades industriais, a “noção de especialização é fundamental. Há uma seletividade do espaço a partir das fábricas, habitações, escritórios, sedes, armazéns, lojas e espaços públicos organizados numa forma concêntrica, dando origem aos processos de suburbanização, com zonas mais ou menos homogêneas” (Marques, 2002, p. 29)

*Cimeira da Terra* no Rio de Janeiro. Aqui recomenda-se avaliações quanto às atividades humanas, o uso e ordenamento territorial dentro dos ideais do desenvolvimento sustentável, dando assim início à campanha de “Cidades Europeias Sustentáveis”. São evidenciados os problemas do funcionalismo e zonamento territorial, procurando medidas políticas de inclusão de diferentes funções com políticas de renovação urbana, com um correto planeamento e ordenamento do território, assegurando uma mobilidade urbana mais eficiente e sustentável.

Em 1996 é apresentado o primeiro Relatório das Políticas para o projeto “Cidades Sustentáveis” (criado em 1993) que têm como objetivos contribuir para a reflexão do desenvolvimento urbano sustentável de forma a influenciar as políticas europeias. São definidos princípios para o processo de desenvolvimento das áreas urbanas, nomeadamente a gestão urbana, políticas integradoras, uma reflexão ecossistemática, e de cooperação e parceria (CE, 1996). Neste relatório é demonstrado que as cidades têm potencial para a resolução das problemáticas ambientais, contudo não as põem em prática devido à forma como são administradas (Queirós & Vale, 2005, p. 2).

O quadro de ação da UE para o desenvolvimento urbano sustentável, apresentado em 1998 pela Comissão a várias entidades políticas, visa quatro objetivos políticos interdependentes no que diz respeito aos problemas urbanos: reforço da prosperidade económica e emprego nas cidades; Promoção da igualdade, inclusão social e regeneração nas zonas urbanas; Proteção e melhoria do ambiente urbano: rumo à sustentabilidade local e global; Contribuir para a boa administração urbana e a responsabilização local. Com esta publicação pretendia-se a melhoria da coordenação no que respeita a questões urbanas. Ainda neste relatório é apresentado o quadro de ações que visam aumentar a eficácia das políticas da UE no que diz respeito às necessidades das áreas urbanas, orientadas pelos princípios da subsidiariedade, integração, parceria, sustentabilidade ambiental e eficiência do mercado (CE, 1998).

Ainda em 2004, e na sequência da *Carta de Aalborg* de 1994, realizou-se na Dinamarca a conferência *Aalborg 10+ Inspirando o Futuro*, onde são definidos e aprovados os “*Compromissos Aalborg*”, que refletem um importante avanço na concretização da *Agenda 21* e na campanha “*Cidades Europeias Sustentáveis*” criada à 10 anos atrás. Os 10 compromissos são então: governância; gestão local para a sustentabilidade; bens comuns naturais; consumo responsável e opções de estilo de vida; planeamento e desenho urbano; melhor mobilidade

menos tráfego; ação local para a saúde; economia local dinâmica e sustentável; equidade e justiça social; do local para o global. As autoridades locais comprometiam-se assim a estabelecer metas de acordo com a situação das cidades, apresentando periodicamente informação relativa às metas estabelecidas.

Em 2007 foi assinada a “*Carta de Leipzig sobre as Cidades Europeias Sustentáveis*” pelos ministros europeus responsáveis pelo ordenamento do território e urbanismo. Esta acordava um conjunto de linhas integradoras sobre políticas europeias sobre o desenvolvimento urbano à escala nacional, regional e local. Aqui foram definidas políticas urbanas europeias para a resolução de problemas de exclusão social, envelhecimento, alterações climáticas e mobilidade, de forma a fortalecer os centros das cidades.

Considerando que grande parte da população mundial vive em meios urbanos e a tendência é para o aumento da urbanização, parece fundamental a constante preocupação com a sustentabilidade das próprias cidades, tendo estas políticas ao longo destas últimas décadas, contribuindo para uma melhoria significativa. Segundo Vânia Vassalo o desenvolvimento sustentável é um processo contínuo, integrando as três dimensões *sociedade – economia – ambiente* de forma a satisfazer as necessidades do presente sem comprometer as gerações futuras, compatibilizando as relações entre *Sociedade – Ambiente - e Cidade* (Vassalo, 2009, pp. 10-11). António Vale, que faz referência a Blowers, afirma que “a sustentabilidade urbana não é um estado final a atingir, mas antes um objetivo de longo prazo, sujeito a processos de monitorização e de reajustamento, cujas políticas urbanas devem promover desde já, seguindo um princípio preventivo” (Vale, 2004, p. 3)

## **2.2 Formas Urbanas**

Acompanhando a discussão de políticas para um “desenvolvimento urbano sustentável”, surge na investigação o debate sobre qual a melhor forma urbana que permite a uma cidade ser mais sustentável em termos ambientais. Segundo Marina Alberti, o “futuro dos ecossistemas da Terra estão cada vez mais dependentes dos padrões de crescimento urbano” (Alberti, 2005, p. 1).

Segundo dados apresentados pelas Nações Unidas em 2014, mais de metade da população mundial – cerca de 54% - vive atualmente em áreas urbanas. Com a estimativa de aumento de população para 2,5 bilhões em 2050, a percentagem de população urbana irá atingir

os 66% (Nations, 2014, p. 2). Vários autores afirmam que, a par deste crescimento populacional urbano, as cidades são as maiores consumidoras de recursos naturais e consequentemente as mais poluentes e produtoras de resíduos, sendo centrais para a resolução dos problemas de sustentabilidade ambiental.

Associada a estes problemas das áreas urbanas está a procura de um modelo ideal de sustentabilidade urbana. Qual é melhor modelo urbano - entenda-se forma urbana - para uma cidade mais sustentável? Será a cidade compacta a mais eficiente? Antes de darmos respostas a estas perguntas será necessário definir o próprio conceito de forma urbana.

O termo ‘forma urbana’ está bastante difundido nas pesquisas académicas, tendo uma maior ênfase a partir dos finais da década de sessenta, com várias definições encontradas:

Guillaume Pouyanne define forma urbana como “o modo como as pessoas utilizam o solo urbano”(Pouyanne, 2004, p. 4). O autor, apoiando-se em Wiel (1991), define as formas urbanas como as inter-relações da localização espacial dos vários componentes urbanos (Pouyanne, 2004, p. 4).

Yu-Hsin Tsai define forma urbana como um modelo/padrão espacial das atividades humanas. Pode ser classificado em 3 categorias: densidade, diversidade e padrão de estrutura espacial (‘spatial-structure pattern’). Segundo o autor, a estrutura espacial pode caracterizar fenómenos de uso do solo como forma monocêntrica *versus* policêntrica, padrões centralizados *versus* descentralizados e desenvolvimento contínuo *versus* descontínuo (Tsai, 2005, p. 142).

Em 2005, Glen Bramley e Karryn Kirk definem como “dimensão, a forma e a intensidade de aglomerados urbanos, e a organização espacial dos diferentes usos de solo urbano entre si”, identificando vários temas/autores que caracterizam o interesse pela forma urbana e como estas podem estar a mudar:

- “A descentralização da população e a contra urbanização (Champion et. al. 1998) *versus* a possibilidade de consolidação e de reurbanização incitados pelo grupo de trabalho Rogers Urban Task Force (DETR, 1999);
- A ênfase na reconstrução dos espaços urbanos contaminados ou abandonados (‘brownfield’), *versus* o desenvolvimento de cinturas verdes, que potencia a extensão da pegada ecológica urbana (Adams e Watkins, 2002);

- A descentralização da atividade de negócios e do emprego, longe da localização tradicional no centro da cidade para nós suburbanos, para localizações na franja urbana<sup>5</sup>, em cidade satélite ou para implantações de natureza rural (Breheny, 1999);
- A continuação de práticas urbanas tradicionais de controlo, simbolizadas pelo desenvolvimento de cinturas verdes urbanas *versus* modelos alternativos (...) (RTPI, 2002);
- A interação entre formas de desenvolvimento urbano e infraestruturas de transporte, afetando, por um lado, graus de dependência do automóvel, gerando tráfego e congestionamento e, por outro lado, a viabilidade dos serviços de transportes públicos (DETR, 1998a; Ecotec, 1993; RCEP, 1995; Scottish Executive, 2004b);
- Os modelos de segregação *versus* a integração de grupos socioeconómicos e demográficos diferentes que vivem em partes distintas das áreas urbanas;
- A prática continuada de zonamento pela separação dos diferentes usos do solo *versus* a promoção ou a evolução continuada de mais usos mistos” (G. Bramley & Kirk, 2005, pp. 356 - 357).

Stephen Marshall refere que a forma urbana pode remeter-nos para a forma física das áreas urbanas em 3 dimensões, numa variedade de escalas de análise, fazendo a distinção entre este conceito e outros termos relacionados com as noções de urbano e forma como a estrutura urbana, a forma dos aglomerados (*‘settlements form’*), o padrão de desenvolvimento (*‘development pattern’*), a forma construída (*‘built form’*) e o tecido urbano (*‘urban fabric’*). O autor afirma ainda que a forma urbana abrange muito possivelmente todos estes termos (Marshall, 2005, pp. 14-15).

Yosef Jabareen, no artigo publicado sobre formas urbanas sustentáveis, aborda a noção de forma urbana, citando *Handy* para definir como “uma combinação de características relacionadas com padrões de uso do solo, sistemas de transportes e desenho urbano” (Handy 1996: 152-53 citado por Jabareen, 2006, p. 39). Jabareen, apoiando-se em Lozano, afirma ainda que “a forma urbana é então resultado da conjugação de vários *‘elements-concepts’*: o padrão urbano. Os padrões urbanos são compostos, em grande parte, de um número limitado de tipos

---

<sup>5</sup> Joel Garreau define franja urbana (*‘Edge City’*) como uma área onde tem todas as funções que uma cidade mas que está afastada dos centros urbanos (Garreau, 1992, p. 4). Teresa Sá Marques afirma que “as Edge Cities representam no nosso imaginário a periferização do centro (o centro vai para a periferia) ou a centralização da periferia (a periferia ganha centralidade)” (Marques, 2002, p. 33).



de elementos, relativamente indiferenciados, que se repetem e combinam. Assim, estes padrões têm fortes semelhanças e podem ser agrupados conceptualmente no que é designado de ‘conceitos’ (*‘concepts’*)” (Jabareen, 2006, p. 39).

Neste artigo, Jabareen define sete ‘conceitos’: compacidade; transporte sustentável, densidade, uso de solos mistos, diversidade, *design* solar passivo e *‘greening’*. Estes diferentes conceitos, que estão relacionados com formas urbanas sustentáveis combinados produzem formas urbanas diversificadas. Neste artigo identifica quatro modelos de formas urbanas: desenvolvimento neotradicional<sup>6</sup>; o ‘urban containment’<sup>7</sup>; a cidade compacta<sup>8</sup>; e a eco-cidade<sup>9</sup>. Neste estudo revele-se que estas formas contêm várias sobreposições nas ideias e conceitos, mas há diferenças para cada uma destas formas.

Para Glen Bramley, Nicola Dempsey, Sinead Power e Caroline Brown, a forma da cidade pode ser definida em função de um número de elementos diversos, nomeadamente:

1. “O tamanho da cidade, cidade região ou aglomerado, medido pela população;
2. A forma estrutural (...) se é monocêntrico, policêntrica, ou linear por exemplo;
3. A distribuição das densidades residenciais e de emprego (...), quanto ao grau de concentração versus uniformidade;

---

<sup>6</sup> Jack Nasar afirma que o “ideal das cidades neotradicionais seria autossuficiente, bem agrupada, fáceis de movimentar (*‘walkable village’*), modeladas pelas pequenas cidades americanas da Pré-Segunda Guerra Mundial” (Nasar, 2003, p. 58). Segundo Yosef Jabareen refere que o “Novo Urbanismo” é a abordagem mais conhecida no planeamento neotradicional. Esta nova abordagem defende estratégias “para ajudar na contenção da expansão suburbana e do declínio do centro da cidade (...)” (Jabareen, 2006, p. 43).

<sup>7</sup> Yosef Jabareen refere que foi reconhecido os custos da expansão urbana, o que levou à criação de políticas de contenção urbana “que impõem restrições geográficas sobre o crescimento urbano para conter a expansão (...)”. Pretende-se assim implementar medidas para que as áreas urbanas se tornem desejáveis e atrativas para a população e os setores de atividade (Jabareen, 2006, p. 44).

<sup>8</sup> A cidade compacta está aliada ao desenvolvimento sustentável, como forma urbana que se preocupa com as questões ambientais e com a melhoria da qualidade de vida das populações nas áreas urbanas, com o ideal de uma cidade compacta, com elevadas densidades e usos de solo diversificados, que contribuem para redução da dependência do automóvel e assim reduzir a intensidade carbónica das áreas urbanas.

<sup>9</sup> A Eco-cidade abrange a temática ecológica que visa alcançar a sustentabilidade ambiental nas áreas urbanas. Esta é uma forma urbana que está ligada à “ecologização e o *design* solar passivo”. Em termos de densidade e outros conceitos, a Eco-cidade pode ser concebida como uma cidade “sem forma” (Jabareen, 2006, p. 47). Os defensores da Eco-cidade acreditam que não é a forma física nem o ambiente construído que tem maior importância na sustentabilidade urbana, mas sim como a sociedade está organizada, importando as questões sociais, económicas e culturais.

4. A densidade do desenvolvimento residencial, (...) com uma distinção entre densidades ‘brutas’ e ‘líquidas’, dependendo se a classe de uso do solo não residencial/construído é considerada como denominador;
5. A configuração da rede local de estradas;
6. O *layout* de unidades de alojamentos e blocos residenciais;
7. O tipo dominante de edifícios residenciais ou outros, e especialmente a distinção entre unidades de edifícios unifamiliares ou plurifamiliares e a altura dominante dos edifícios;
8. A mistura do uso do solo, incluindo o grau em que as atividades económicas estão separadas ou misturadas com as áreas residenciais e o tamanho e distribuição de espaços abertos públicos, tanto verdes como pavimentados” (G. Bramley, Dempsey, Power, & Brown, 2006, pp. 6-7).

Apesar das variâncias encontradas em cada definição do conceito, há vários aspetos que são comuns. Entende-se assim por forma urbana como a organização espacial das atividades humanas, usos do solo e meios de transporte e como estas se relacionam entre si. Segundo a Agência de Proteção Ambiental (EPA, sigla americana), a forma urbana afeta os ecossistemas, recursos naturais e a biodiversidade com a utilização do solo fragmentado e a “substituição de coberturas naturais com superfícies impermeáveis”. Além disso, a forma urbana influencia ainda a utilização do automóvel, que por sua vez afeta a qualidade ambiental através das emissões de poluentes e GEE (EPA, 2001, p. i).

O modelo urbano expansivo que se tem registado nas últimas décadas tem sido alvo de inquietações por parte dos investigadores europeus e americanos. Richard Peiser define expansão urbana como um uso ambicioso do solo, até mesmo “gulosa”, com um desenvolvimento irregular, descontínuo e fragmentado, com uma utilização ineficiente do solo (Peiser, 2001, p. 278).

Numa visão muito semelhante, e segundo a Agência Europeia do Ambiente (AEA), o termo expansão/dispersão urbana é utilizado para descrever a expansão física das áreas urbanas. Este é caracterizado por grandes núcleos urbanos de baixas densidades, organizados de forma irregular e fragmentado, com descontinuidades no solo urbano (AEA, 2006, p. 6). Esta forma urbana é considerada como insustentável por parte de vários estudos, pelas consequências quer a nível ambiental, económico e social.

Carlos Delgado define “urbanização dispersa é assumida como sendo um crescimento descoordenado e não planeado das cidades, particularmente em torno dos seus limites ou periferias (franjas urbanas), sendo a noção de “densidade” (populacional e de áreas edificadas) elementar para a sua definição” (Delgado, 2010, p. 24).

O processo de expansão das áreas urbanas remonta a inícios do século XX nos EUA. Shohreh Khodabakhshi, nos finais do século XIX, muito resumidamente afirma que os aspetos negativos da industrialização já eram notórios. As pessoas que viviam em contextos rurais movimentaram-se para as cidades à procura de trabalho. Este aumento populacional transformou as cidades mais densas, o preço do solo citadino mais caro e as infraestruturas deixaram de conseguir suportar este crescimento. Isto levou a que as pessoas procurassem melhores condições de vida, com habitações fora das cidades, formando assim os subúrbios (Khodabakhshi, 2011, p. 1).

Na Europa, tradicionalmente as cidades eram compactas, com um núcleo urbano, normalmente associado a um centro histórico, bastante denso. Contudo, a partir dos anos 50 do século XX, as cidades europeias sofreram alterações no que diz respeito à forma da cidade, estando o fenómeno da dispersão urbana presente por toda a Europa, marcado por um território claramente fragmentado e extensivo.

Como refere Filipe Batista, Teresa Sá Marques e Carlos Delgado, na Europa “observou-se um crescimento e densificação dos centros das cidades (até aos anos 50 e 60), seguido de um duplo movimento de *desdensificação-desconcentração* dos centros e extensão e urbanização das periferias, que fez as cidades estenderem-se geograficamente” (Silva, Marques, & Delgado, 2012, p. 163). Referem ainda que na Europa os ritmos de urbanização foram sentidos de formas diferentes de país para país. “O Reino Unido, a Alemanha e os Países Baixos “são países densos e com uma urbanização muito antiga. A França, a Itália do Norte, a Áustria e a Espanha juntaram-se mais tarde ao grupo anterior, e sentiram recentemente um processo intenso de urbanização e de formação de grandes regiões urbanas. Em Portugal, tal como no sul da Itália, na Irlanda, na Grécia e na Suécia, uma parte do território esteve e ainda está a atravessar um intenso processo de *suburbanização*”(Silva et al., 2012, p. 164).

Segundo Michael Neuman a expansão urbana foi de baixa densidade residencial levando à segregação espacial através de zonamentos, suportado no transporte individual.

Afirma ainda que, a expansão urbana é também o resultado da atração dos solos mais baratos nas periferias das áreas urbanas, da evolução dos transportes, da acessibilidade a capital financeiro para aquisição de propriedades em áreas periféricas, realizando assim o “sonho americano” de habitações unifamiliares (Neuman, 2005, p. 15).

O desenvolvimento da forma urbana expansiva traz consequências claras para as áreas urbanas. Frans Dieleman e Michael Wegener enumeram três consequências: declínio do centro da cidade; dependência do uso do automóvel o que se traduz no congestionamento do trânsito e degradação da qualidade do ar, com o aumento de emissão de poluentes atmosféricos e GEE; escassez de espaços verdes e áreas culturais nas periferias das regiões metropolitanas (Dieleman & Wegener, 2004, p. 4).

Já Vânia Vassalo faz um apanhado das várias consequências/problemas da expansão urbana, referindo nomeadamente o uso do solo de forma consumista e extensiva, provocando a especulação do preço do solo urbano; a mobilidade feita essencialmente por veículos privados, que condiciona as acessibilidades às cidades e degrada a qualidade ambiental; consumo excessivo de energias provenientes de recursos naturais não renováveis, o que provoca consequentemente a degradação ambiental; a diminuição do espaço público, nomeadamente os espaços verdes; e por fim, o despovoamento dos centros urbanos, caracterizados por espaços abandonados e degradados (Vassalo, 2009, pp. 18-20).

Carlos Delgado enumera alguns impactes negativos de acordo com uma vasta bibliografia consultada, referindo os seguintes: “o consumo excessivo de solo (enquanto espaço e enquanto recurso); criação de “vazios” por colmatar; maiores custos de infraestruturação do território; maior consumo e ineficiência energética; maior dependência do transporte privado; aumento das distâncias, tempos e custos de deslocação; maior competição e segregação dos usos do solo; impermeabilização excessiva dos solos; diminuição ou mesmo perda de áreas ambientalmente sensíveis, de habitats e de ecossistemas; redução de espaços abertos; perda de biodiversidade; degradação (estética) e fragmentação da paisagem; aumento do risco de incêndios florestais; afetação de solos com elevada aptidão agrícola, excessivo parcelamento fundiário, declínio da produtividade, dos rendimentos e das atividades agrícolas, entre tantos outros. Todavia, não poderemos esquecer alguns aspetos positivos (em número diminuto, é certo), que este modelo de ocupação do território representa, nomeadamente ao nível das

aspirações e escolhas individuais, da qualidade de vida, e da equidade e coesão sociais e territoriais” (Delgado, 2010, pp. 29 - 30).

Assim, podemos então concluir que a ocupação dispersa pode ser das várias formas urbanas existentes, a pior em termos de sustentabilidade urbana. Como tem sido considerada por vários investigadores como uma forma insustentável, nos últimos anos tem-se investigado procurando encontrar a melhor forma urbana, a que cumpra os requisitos de sustentabilidade ambiental, económica e social.

Então, o que significa cidade sustentável? Cidade sustentável é aquela que contraria todas as tendências da cidade dispersa. Ou seja, uma cidade representada por uma forma urbana consistente, planeada, organizada e contínua, privilegiando os espaços verdes e com um bom sistema de transportes públicos. Assim, contribui-se para uma melhoria significativa da qualidade de vida da população e do meio ambiente. Helena Madureira, referindo-se a António Cunha e Béatrice Bochet define a cidade sustentável como “aquela que favorece uma forma urbana estruturada e flexível que permita uma economia dos recursos imobiliários, a reciclagem dos usos do espaço, dando atenção à utilização eficiente da energia, da água e dos materiais, à limitação do ruído, à qualificação dos espaços públicos e à integração do planeamento espacial e das políticas de transporte” (Madureira, 2005, p. 8).

Como resposta à ocupação dispersa do território surge de certa forma a teoria da ‘cidade compacta’. Esta é a forma urbana considerada como a mais sustentável (Newman & Kenworthy, 1989). Na pesquisa de Peter Newman e Jeffrey Kenworthy nos finais dos anos 80, demonstram que o consumo de gasolina varia em função da densidade populacional e da própria forma da cidade, promovendo assim políticas de planeamento do território, orientadas para reurbanização, de forma a reduzirem a dependência do automóvel e o consumo excessivo de combustíveis fósseis (Newman & Kenworthy, 1989). A publicação do *Livro Verde Sobre o Ambiente Urbano* em 1990, foi um marco na aceitação e defesa da cidade compacta, tendo sido definidas políticas para o melhoramento do ambiente urbano, para a redução do impacto das atividades urbanas e para uma nova estrutura física das cidades.

O conceito da cidade compacta tem sido muito debatido sobretudo ao longo dos últimos anos. Vários autores defendem e caracterizam este modelo urbano, nomeadamente:

George Dantzig e Thomas Saaty lançam em 1973 o livro *“Compact City: A Plan for a Livable Urban Environment”*, onde se opunham à expansão urbana, introduzindo o conceito ‘cidade compacta’, defendendo e apresentando as características da forma urbana de alta densidade, com menor dependência do automóvel, e com usos de solo diversificados e com uma identificação clara das fronteiras das “áreas urbanas” (Dantzig & Saaty, 1973).

Em 1991 Timothy Elkin, Duncan MacLaren e Mayer Hillman, no livro *“Reviving the City: Towards Sustainable Urban Development”* definem a cidade compacta como aquela que proporcione e incentive as caminhadas, o andar de bicicleta e com um sistema de transporte público adequado e eficiente. Concretamente, uma cidade centralizada e autossuficiente, com densidades elevadas e uso misto do solo urbano (Elkin, McLaren, & Hillman, 1991, p. 17).

Louise Thomas e Will Cousins em 1996 apresentam a sua investigação no livro *“Compact City: a Sustainable urban form?”*, onde são apresentados os vários pensamentos sobre os benefícios e perigos desta forma urbana. Os autores referem-se à cidade compacta com uma “cidade medieval, em que os limites são claramente visíveis, e onde os burburinhos das atividades diárias são confinados dentro das muralhas da cidade. É produto de uma certa forma, escala e uso misto do solo” (Thomas & Cousins, 1996, p. 44)

Em 2000, Cláudio Acioly no seu artigo para o livro *“Compact Cities: Sustainable Urban Forms for Developing Countries”* define os vários elementos chave da cidade compacta sendo esses, a diversidade económica e social, a vitalidade, a ‘urbanidade’, as densidades elevadas e o uso misto do solo (Acioly, 2000, p. 137).

Elizabeth Burton no seu artigo em 2002, em *“Measuring urban compactness in UK towns and cities”*, identifica vários indicadores da cidade compacta contribuindo com metodologias para futuras investigações. Aqui é definida a cidade compacta como aquela autossuficiente e com uma dimensão comedida. Para a autora a cidade compacta é descrita como de alta densidade, usos mistos do solo e intensificação de usos e ocupação (Burton, 2002, pp. 220-221).

Em 2005, no artigo *“The Compact City Fallacy”*, Michael Neuman tenta explicar o paradoxo da cidade compacta, pois acredita que a sustentabilidade não se relaciona com a habitabilidade. Para Neuman, cidade compacta significa densidades elevadas de população e

emprego; diversidade de usos do solo; proximidade a vários de usos do solo com dimensões relativamente pequenas; aumento das interações sociais e económicas; desenvolvimento urbano contínuo, com as suas delimitações bem definidas; bom sistema de transportes públicos, com transportes multimodais e privilegiando os transportes não motorizados; Aproveitamento dos ‘espaços vazios’, evitando a expansão para fora dos seus limites urbanos; planeamento e desenvolvimento urbano coordenado; investimento governamental em infraestruturas e equipamentos urbanos (Neuman, 2005, p. 14).

Como se pode ver, são vários os autores que, nos últimos anos, apoiam esta teoria, demonstrando que esta forma urbana tem numerosos benefícios comparativamente ao modelo de cidade desenvolvido nas últimas décadas – a ocupação dispersa. Esta teoria promove políticas de regeneração, reabilitação e renovação dos espaços e ‘centros’ urbanos, aliando a contenção do crescimento e a promoção da diversidade de solos dentro dos limites urbanos.

Contudo, este modelo não é visto por todos como o ideal, sendo apontadas várias críticas à teoria da cidade compacta. Michael Breheny em 1997 sugere no seu artigo que a cidade compacta deve estar sujeita a três tipos de teste: veracidade, viabilidade e aceitabilidade. Em termos de veracidade, o autor pergunta-se se esta teoria cumpre os supostos benefícios ambientais, enumerando vários artigos que demonstram que existem pros e contras, principalmente no que diz respeito à mobilidade. Enumera o artigo de Newman e Kenworthy de 1989, em que estes demonstram os benefícios da cidade compacta como já foi referido anteriormente (Breheny, 1997, pp. 209-210).

No entanto, Breheny refere ainda o artigo de Gordon e Richardson, também de 1989, em que contrariam a ideia da cidade compacta. Eles afirmam que a eficiência da compactação nunca foi devidamente demonstrada. Referem também que as baixas densidades reflete uma escolha preferencial da população em termos residenciais, e que a localização da população perto das cidades pouco influencia nas escolhas dos meios de transporte. Demonstram que a ocupação dispersa contínua em expansão e que os esforços de compactação falharam (Peter Gordon & Richardson, 1989).

No que diz respeito à viabilidade, Breheny tem dúvidas que haja benefícios claros da cidade compacta. Este revela que os comportamentos da população desafiam a teoria da compactação, mesmo tornando as cidades mais atrativas. Em termos de localização das

atividades económicas, se as empresas (exceto os serviços) não se movem ou não se localizam nos centros das cidades, logo a população também não. São estes problemas que levam o autor a afirmar que a teoria da cidade compacta não é viável (Breheny, 1997, pp. 210-213).

E se aliarmos à falta de viabilidade o fator de aceitabilidade, então a aplicabilidade desta teoria parece ainda mais difícil. Há uma clara preferência da população por habitações espaçosas e com jardins o que só é possível em áreas menos ocupadas, mais dispersas. O autor revela estudos em que a população está mais satisfeita em residir em áreas descentralizadas do que propriamente nas cidades mais densas. Por fim, o autor conclui que há um conflito entre as vontades das políticas de compactação e os desejos da população em manter um certo nível de qualidade de vida. Não sugere que a cidade compacta deva ser posta irremediavelmente de parte, mas sim refletida de forma mais realista (Breheny, 1997, pp. 213-215).

Teresa Sá Marques vai ao encontro do que foi afirmado anteriormente, afirmando que os modos de vida e as opções individuais e familiares aliados ao progresso da mobilidade contribuíram para que estas se deslocassem para novos espaços residenciais mais longínquos dos centros das cidades (Marques, 2002, p. 90). A degradação do centro histórico, as preferências por residências novas, unifamiliares e com pequeno jardim, o preço mais baixo para construir em novas áreas periféricas, e a forte mobilidade são fatores enumerados por Sá Marques que levam à preferência da população por áreas mais afastadas gerando assim processos de suburbanização (Marques, 2002, p. 90).

Ainda Sá Marques afirma que apesar dos ideais da cidade compacta como forma sustentável, “esta visão já mostrou a sua fraca sustentabilidade, devido à excessiva densidade de funções, à impermeabilização dos solos, aos custos das infraestruturas e do congestionamento (...)” (Marques, 2002, p. 211). Sá Marques também sugere que um tema que tem dominado o debate está relacionado com os usos de solo, nomeadamente a ‘capacidade de carga dos solos’ onde estes podem suportar um número determinado de pessoas e atividades (Marques, 2002, p. 211).

Shohreh Khodabakhshi faz um apanhado dos argumentos dos vários investigadores que são a favor e contra a cidade compacta. Como argumentos a favor enumera a diminuição da poluição devido à diminuição de tráfego; atração económica das áreas urbanas de integração social e de diversas culturas, criando um ambiente seguro e habitável. Para os grupos que se



opõem á cidade compacta utilizam como argumentos o aumento da poluição; aumento do preço do solo urbano; aumento do comportamento criminoso, diminuindo a qualidade de vida e privacidade da população. O autor considera que há uma falta de equilíbrio nas diferentes características da cidade compacta, resultando numa densidade desmedida, com uma insustentabilidade iminente. Termina dizendo que uma forma urbana sustentável é aquela que permite um ‘ciclo ecológico’ sustentável (Khodabakhshi, 2011, pp. 4 - 5).

Michael Neuman em 2005 apresentou “*The Compact City Fallacy*”, onde demonstrou que a forma urbana compacta pode não ser a que mais beneficia em termos de sustentabilidade. Ele apresenta o ‘paradoxo’ da cidade compacta, explicando que sustentabilidade e habitabilidade das cidades não se relacionam. Parte do pressuposto que as cidades para serem sustentáveis, as atividades humanas devem-se concentrar em maiores densidades. Contudo, uma cidade para ser habitável pressupõe exatamente o oposto, a descentralização para densidades mais baixas. Isto porque a população procura a tranquilidade e uma qualidade de vida proporcionada pela segurança, a calma e o silêncio existentes nos subúrbios (Neuman, 2005, pp. 15-17).

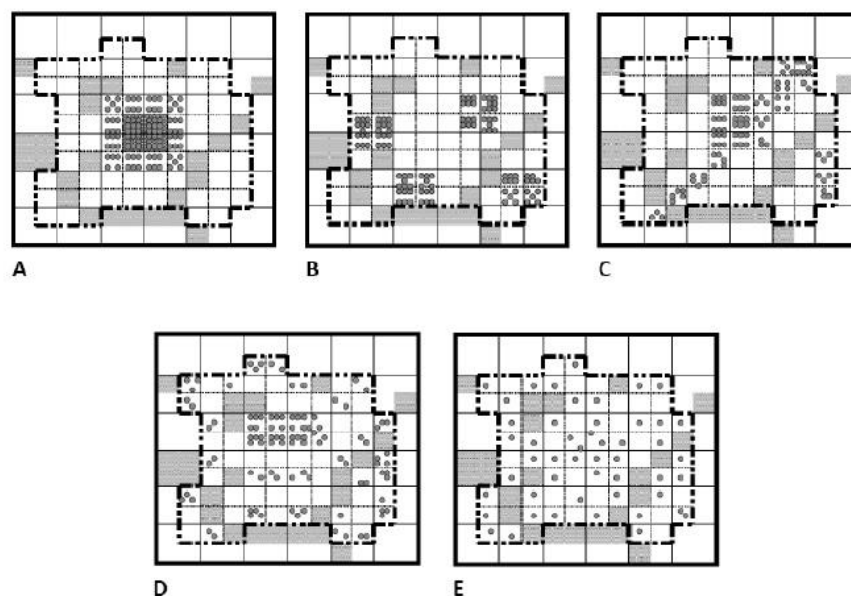
Helena Madureira faz um resumo das várias críticas feitas (Breheny, 1992; Frey, 1999; Van der Valk e Faludi, 1992) e enumera as seguintes (Madureira, 2005, p. 6):

- Aumento da poluição devido ao congestionamento pondo em causa os ideais ambientais;
- Desenvolvimento negativo das áreas rurais;
- Privação de espaços verdes devido ao aumento da densidade construída;
- Aumento dos custos de habitação provoca a separação social.

<b>A favor da cidade compacta</b>	<b>Contra a cidade compacta</b>
Forma urbana centralizada e autossuficiente	Forma urbana de altas densidades não é compatível com a 'habitabilidade'
Melhoria de qualidade de vida da população e meio ambiente	Diminuição da qualidade de vida e privacidade da população
Privilegia espaços verdes	Privação de espaços verdes devido ao aumento do ambiente construído
Usos de solo diversificados que permitem proximidade e redução de transporte individual	Desevolvimento negativo das áreas rurais
Bom sistema de transportes públicos e não motorizados	Aumento da dependência do automóvel
Diminuição da poluição com a redução do tráfego	Aumento da poluição devido ao aumento do tráfego
Criação de um ambiente seguro e habitável	Aumento do comportamento criminoso
Atração económica das áreas urbanas e integração social	Aumento do preço do solo levando à separação social

**Tabela 1 – Críticas a favor e contra a teoria da ‘Cidade Compacta’**

Estas críticas (Tabela 1) da cidade compacta são acompanhadas por outros modelos urbanos que se consideram soluções quer para a ocupação dispersa quer para densidades desmedidas da ocupação compacta: os modelos policêntricos, a eco-cidade, etc. Devemos referir que, sendo a ocupação dispersa a forma urbana menos sustentável, não existe ainda um consenso entre investigadores sobre qual a forma urbana mais sustentável, por isso as políticas de planeamento e contenção da ocupação dispersa devem ser feitas de modo a promover o desenvolvimento urbano sustentável, mas de acordo com as especificidades de cada área urbana (Erro! A origem da referência não foi encontrada.).



**Figura 1 - Alguns padrões espaciais de crescimento urbano: A – Compacto; B – Polinucleado; C – Linear; D – Intercalado/descontínuo (leapfrog); E – Disperso/disseminado (scattered)**

Fonte: Delgado, 2010 adaptado de GALSTER *et al.*, 2001

O policentrismo é visto como uma solução que concilia o melhor da cidade compacta com o desejável da cidade dispersa. Referida como concentração descentralizada (Madureira, 2005, p. 7), este é um modelo que procura “uma melhor interligação do edificado no ambiente natural local e regional, através de uma concentração ainda que descentralizada do edificado, de um bom diálogo entre a concentração urbana e a natureza evolvente e de uma dispersão assimilada pelo ambiente natural” (Marques, 2002, p. 210).

Helena Madureira refere o policentrismo como uma ‘cidade multinucleada’, com um bom sistema de transportes coletivos, constituída por vários centros urbanos onde a procura pela concentração deve ser mantida mas de forma mais contida com menores dimensões do que aquelas promovidas pela cidade compacta. Refere ainda as vantagens deste modelo como “diminui o congestionamento (...) devido à maior proximidade relativa entre residência e trabalho, propicia uma menor utilização do automóvel privado. Desta forma consegue-se ainda salvaguardar solos com capacidade agrícola entre os vários núcleos urbanos e providenciar com maior facilidade zonas verdes nos espaços urbanos” (Madureira, 2005, p. 7).

Teresa Sá Marques ao referir-se a Camagni (1995, 1996 e 2001) afirma que “a resposta ao desafio da sustentabilidade urbana pelo sistema de planeamento ou pelas forças espontâneas do mercado está numa estruturação policêntrica das vastas regiões urbanas e numa aposta em redes densas de transportes”, podendo surgir dois padrões de povoamento (Marques, 2002, p. 211):

- O policentrismo denso, “organizado em torno de uma multiplicidade de centros relativamente densos e funcionalmente mistos.”
- O policentrismo extensivo, “em que os povoamentos isolados são monofuncionais e de fraca densidade e com custos ambientais” (Marques, 2002, p. 211).

## **2.3 Mobilidade**

Os meios de transporte têm sido alvo de estudos associados às questões ambientais das formas urbanas. As preocupações surgem sobretudo devido à extrema dependência do automóvel como forma de deslocação da população, que se relaciona com os níveis de tráfego elevado, prejudicando o funcionamento das cidades, derivado ao congestionamento das acessibilidades, ao ruído e a contaminação da qualidade do meio ambiente urbano.

A ocupação dispersa das áreas urbanas, caracterizada por baixas densidades, pela expansão das atividades humanas, com usos de solo fragmentados, segregados e descontínuos, provoca o uso do automóvel para a deslocação da população, uma vez que o sistema de transportes não é ainda eficiente. Segundo Koen Steemers o veículo privado consome duas vezes mais energia por passageiro, por quilómetro que um comboio, e aproximadamente quatro vezes mais que um autocarro, o que tem consequências ambientais (Steemers, 2003, p. 3).

No que diz respeito à mobilidade, a teoria da cidade compacta parte do pressuposto que, com o devido planeamento, as maiores densidades populacionais e as maiores diversidades do uso do solo nas áreas urbanas, permitem reduzir a necessidade de deslocações da população, nomeadamente diminuir a dependência do uso do automóvel. Esta diminuição na dependência de transportes privados traz benefícios ambientais para as áreas urbanas, com a redução de poluentes e emissões de GEE.

São vários os estudos que tentam corroborar a teoria da cidade compacta, mostrando as correlações entre densidade e a diversidade e o uso de transportes. Um dos estudos mais referidos é de Peter Newman e Jeffrey Kenworthy em 1989. Aqui foram comparadas 32 cidades americanas, australianas, europeias e asiáticas tendo em conta o consumo médio de gasolina *per capita* e a sua correlação com a densidade urbana, com dados de 1980. Como se pode ver na Figura 2 relação entre estas duas variáveis é exponencial.

Os autores sugerem que o maior consumo de gasolina assiste-se onde as densidades populacionais são mais baixas. Nas cidades americanas o “consumo de gasolina *per capita* é aproximadamente duas vezes maior que nas cidades australianas, quatro vezes maiores que nas cidades europeias e dez vezes maiores que nas cidades asiáticas” (Newman & Kenworthy, 1989, p. 24). Esta relação negativa entre consumo e densidade populacional é possível uma vez que as distâncias aos centros urbanos são maiores, tornando as viagens pedonais ou de bicicleta praticamente impossíveis.

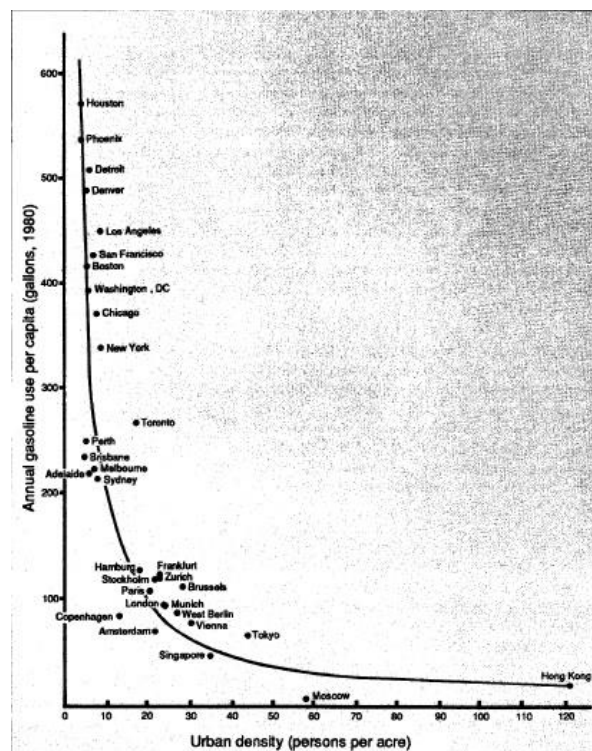


Figura 2 - Consumo de gasolina *per capita* versus densidade populacional (adaptado de Newman e Kenworthy 1989)

De forma a inverter esta situação de dependência de automóvel, Newman e Kenworthy propõem um conjunto de medidas como o aumento da densidade urbana, reforçando o centro da cidade, promovendo um bom sistema de transportes e reduzindo infraestruturas para uso de automóveis (Newman & Kenworthy, 1989, p. 33).

Em 1996, Jeffrey Kenworthy e Felix Laube atualizam o artigo mencionado anteriormente, adicionando mais cidades ao estudo – passam a ser 39 cidades - com dados de 1980 e 1990. Neste artigo confirmam mais uma vez que a densidade urbana é uma variável explicativa fundamental no que diz respeito à utilização de automóvel. Em densidades mais baixas a dependência é maior. Concluem também que o aumento de disponibilidade de estradas, a capacidade de estacionamento nos centros urbanos, e uso minoritário de transportes não motorizados são associados à dependência do automóvel. Assim, propõem várias medidas de ação de forma a atingir a sustentabilidade nos transportes seguindo as orientações do artigo anterior (Kenworthy & Laube, 1996, pp. 298-301).

Em 2000, o autor Masnavi realiza um estudo sobre a cidade de Glasgow, pretendendo mostrar a relação entre forma urbana, acessibilidades e padrões de deslocação. Foram escolhidas 4 áreas de estudo com os seguintes padrões:

1. Compacta e com diversidade de usos de solo (Garnethill, Glasgow)
2. Compacta e só com um tipo de usos de solo (Hyndland, Glasgow)
3. Dispersa e com diversidade de usos de solos (East Mains, Glasgow)
4. Dispersa e só com um tipo de usos de solos (Stewartfield, Glasgow)

No que diz respeito aos meios de transporte utilizados – a pé, TP e automóvel, os autores concluem que a deslocação a pé mais significativa na área 1 – cerca de 69% - do que na área 4 – cerca de 26%. As áreas com maiores diversidades de usos têm uma maior percentagem de deslocação a pé do que as áreas com um só tipo de uso de solo. Eles sugerem que a diversidade é mais propícia para este tipo de deslocação devido à facilidade de acesso aos destinos pretendidos. O uso de transportes públicos é mais significativo na área 2, seguido das áreas 3 e 4, explicando que a distância ao centro das cidades e a homogeneidade dos usos de solo podem contribuir para o uso de TP. Por fim, o uso de automóvel é consideravelmente

maior nas áreas 3 e 4, em áreas de densidades baixas. Assim, conclui-se com este artigo que as baixas densidades com usos homogêneos provocam uma maior dependência do automóvel (Masnavi, 2000, pp. 69-70).

Para os defensores da teoria da cidade compacta, os transportes são um dos fatores que mais benefícios ambientais podem trazer. A proximidade, a diversidade e a compacidade das atividades humanas traduzem a escolha de meios de transporte não motorizados, como o andar a pé e bicicleta, não provocando emissões de poluentes. Também os transportes públicos trazem benefícios claros, pois a compacidade relacionada com um bom sistema de transportes permite abranger grande parte, se não toda a população, contribuindo para a diminuição do uso do automóvel.

Contudo, há vários autores que se opõem a estas tendências, mostrando que a dependência do automóvel não se relaciona com a diversidade e as altas densidades, mas sim com outros fatores como as características económicas da população e as distâncias percorridas.

Em 1996 Randall Crane, no estudo “*Cars and Drivers in the New Suburbs: Linking Access to Travel in Neotraditional Planning*”, refere que as cidades ‘neotradicionais’ em vez de reduzirem a dependência do automóvel podem aumentar a sua dependência e o congestionamento dos centros urbanos. Segundo o autor, uma cidade que sofreu alterações e melhorias de acesso, mesmo que sejam maioritariamente vocacionadas para acessos pedestres, pode ou não reduzir as viagens de automóvel. Estas viagens podem até aumentar se a “procura de viagens de automóvel é relativa à elasticidade de preços<sup>10</sup> e/ou elasticidade de rendimentos”<sup>11</sup> (Crane, 1996, p. 14).

Para Peter Gordon e Harry Richardson, no artigo publicado em 1996, defendem que a suburbanização tem sido um mecanismo com sucesso no que diz respeito à diminuição de congestionamento das acessibilidades aos centros urbanos. O fato das atividades humanas se realizarem nos subúrbios, perto das áreas residenciais, permite viagens mais curtas em tempo

---

<sup>10</sup> A elasticidade preço da procura (por vezes designada por elasticidade preço) mede a variação da quantidade procurada de um bem quando o seu preço varia. A definição exata de elasticidade é a variação percentual da quantidade procurada dividida pela variação percentual do preço (Sousa, 2007).

<sup>11</sup> A elasticidade de rendimento da procura é um termo técnico económico que “mede o grau de sensibilidade da quantidade procurada perante variações no rendimento” (Saraiva, 2005, p. 50)

e distância, conseguindo contrariar os níveis elevados de congestionamento (P. Gordon & Richardson, 1997, p. 98).

Já David Simmonds e Denvil Coombe, no artigo “*The Transport Implications of Alternative Urban Forms*” publicado em 2000, demonstram que a forma urbana mais compacta tem pouca influência nas opções de viagem da população, mostrando que a segregação espacial tem um impacto pouco significativo no que diz respeito aos meios de transporte utilizados. Na mesma lógica, o autor Michael Breheny citando o autor Hall (2001), afirma que os comportamentos de viagens estão relacionados sobretudo com os preços dos combustíveis e com as características económicas da população mais do que propriamente com os padrões de densidades (Neuman, 2005, p. 12).

Haverá sempre pros e contras relativamente à relação entre forma urbana e mobilidade. Acreditamos que a sustentabilidade dos transportes, com a redução da dependência de automóveis, com o melhoramento dos transportes públicos de forma a abranger uma maior percentagem de população, com infraestruturas que proporcionem a utilização de bicicletas e o andar a pé, juntamente com políticas eficazes de sustentabilidade urbana que não sobrecarreguem os centros urbanos, poderá permitir benefícios ambientais visíveis.

## **2.4 O caso Português**

Os processos de urbanização desenvolveram-se de diversas formas e a ritmos diferentes no espaço europeu, sendo que em Portugal esses processos foram mais tardios comparativamente com países do Norte como Reino Unido ou Alemanha, como já foi referido anteriormente (Silva et al., 2012, p. 164). Entre 1950 e 2000 a urbanização portuguesa foi intensiva, acompanhados dos processos de industrialização e a difusão do automóvel, que contribuíram para a “dilatação, as distribuições irregulares das densidades, as descontinuidades e as polinuclearidades de atividades e emprego” (Marques, 2002, p. 110).

Em Portugal, após a segunda metade do século XX, no que diz respeito à ocupação do território as mudanças foram bastante visíveis. Teresa Sá Marques refere mesmo que os anos 60 foram “dramáticos”, com um processo de suburbanização nas áreas envolventes de Lisboa e Porto e a “desurbanização” destes mesmos centros com perdas populacionais. É um período



marcado pelo êxodo rural, com o abandono dos campos no interior do país e a fuga para as cidades industrializadas no litoral português. Os anos 70 são marcados por um aumento de população residente nas áreas urbanas e os processos de urbanização alongam-se pelo território litoral. Nos anos 80, os processos de urbanização e despovoamento perdem intensidade relativamente à década anterior. Por fim, nos anos 90 os processos de urbanização intensificam-se novamente, com um aumento populacional em algumas áreas urbanas e de centros urbanos. A desurbanização persiste nas metrópoles de Lisboa e Porto, mas com menor intensidade nomeadamente às perdas populacionais (Marques, 2002, pp. 68-70).

Estes processos registados nestas quatro décadas não foram acompanhados por um devido conjunto de políticas de ordenamento do território. A falta de acompanhamento traduziu-se em problemas, no que diz respeito à sustentabilidade das áreas urbanas e aos desafios impostos pelas políticas europeias. Dentro desses problemas destaca-se a expansão desordenada das áreas metropolitanas e a dispersão das áreas envolventes; a fragmentação dos espaços que obrigada a estender as redes de infraestruturas afetando ecológica e produtivamente o território; e a falta de articulação dos sistemas urbanos com os espaços rurais envolventes (Carvalho & D'Abreu, 2009, p. 7).

Teresa Sá Marques refere que o despovoamento e urbanização continuam a intensificar-se, com a região urbana do Porto como um “processo de metropolização extensivo e da expansão das estruturas difusas de povoamento existentes” e a região urbana de Lisboa com um “processo de metropolização de carácter intensivo” (Marques, 2002, p. 87). Refere ainda que entre estas duas cidades-região os processos de urbanização são sobretudo fragmentados.

Paulo Pinho afirma que, o crescimento das duas áreas metropolitanas portuguesas não forma planeadas, com o aparecimento de áreas “residenciais monofuncionais” nas suas envolventes. Os transportes públicos, consequentemente desenvolveram-se por reflexo deste crescimento não planeado, daí ainda serem ineficientes não correspondendo às necessidades da população (Pinho, 1997, p. 55).

Vânia Vassalo, apoiando-se no autor e arquiteto urbanista Bruno Soares, refere-se à ocupação dispersa como “uma realidade incontornável no nosso país (...) que na ausência de políticas de enquadramento, o processo de urbanização (...) fez-se de forma “espontânea”, individual, com base num mercado formal, incipiente, voltado para as classes de maior poder

económico (...) que constituiu a única resposta a uma grande procura de habitação (...) ” (Vassalo, 2009, p. 13). A autora afirma ainda que o resultado foi uma ocupação dispersa do território por parte da construção e dos loteamentos nas áreas envolventes.

Apesar desta ocupação territorial nacional desordenada ser muito por da falta de planeamento, nos últimos anos assistiu-se a uma preocupação acrescida no que diz respeito às políticas nacionais orientadas para combater os problemas das áreas urbanas.

Em 2007 foi aprovado o PNPOT, um instrumento-chave, que pretende tornar Portugal mais desenvolvido a nível económico, social e ambiental. No relatório do PNPOT são definidos 24 problemas do ordenamento do território em Portugal, identificando os que se relacionam com esta dissertação, nomeadamente:

- “Expansão desordenada das áreas metropolitanas e de outras áreas urbanas, invadindo e fragmentando os espaços abertos, afetando a sua qualidade e potencial ecológico, paisagístico e produtivo, e dificultando e encarecendo o desenvolvimento das infraestruturas e a prestação dos serviços coletivos.
- Despovoamento e fragilização demográfica e socioeconómica de vastas áreas e insuficiente desenvolvimento dos sistemas urbanos não metropolitanos e da sua articulação com os espaços rurais envolventes, enfraquecendo a competitividade e a coesão territorial do país.
- Degradação da qualidade de muitas áreas residenciais, sobretudo nas periferias e nos centros históricos das cidades.
- Deficiente intermodalidade dos transportes, com excessiva dependência da rodovia e do uso dos veículos automóveis privados e insuficiente desenvolvimento de outros modos de transporte” (PNPOT, 2007, p. 4).

Assim o Programa de Políticas define objetivos estratégicos que correspondem a linhas de intervenção para que o país seja mais sustentável, nomeadamente o “Promover o desenvolvimento policêntrico dos territórios e reforçar as infraestruturas de suporte à integração e à coesão territoriais” com os seguintes objetivos específicos:

1. Reforçar os centros urbanos estruturantes das regiões, em particular nas regiões menos desenvolvidas.

2. Estruturar e desenvolver as redes de infraestruturas de suporte à acessibilidade e à mobilidade, favorecendo a consolidação de novas centralidades urbanas e de sistemas urbanos mais policêntricos.
3. Promover um desenvolvimento urbano mais compacto e policêntrico no Continente, contrariar a construção dispersa, estruturar a urbanização difusa e incentivar o reforço de centralidades intraurbanas.

Recentemente foi adotado o programa Portugal 2020, um Acordo Parceria para 2014 – 2020 proposto à Comissão Europeia, que adota os princípios da Estratégia Europa 2020 com políticas de desenvolvimento económico, social, ambiental e territorial.

Neste sentido são apresentados desafios territoriais pelo Acordo Parceria, nomeadamente o desafio do desenvolvimento urbano com “processos de regeneração e revitalização urbana nos principais nós estruturantes do sistema urbano nacional, contribuindo não só para a competitividade económica e para a atratividade desses centros, como também pelo impulso que proporciona à qualidade de vida e bem-estar dos seus habitantes, numa lógica de promoção de cidades mais compactas, privilegiando um uso mais eficiente do solo, menores deslocações dos seus habitantes e uma oferta de maior qualidade e mais racional de serviços públicos e coletivos” (Portugal-2020, 2014, p. 88).

De forma a contribuir com a sustentabilidade das áreas urbanas, devem privilegiar várias áreas que contribuam para o mesmo como: a eficiência energética, a mobilidade, a habitação e regeneração urbana, a melhoria da eficiência no uso dos recursos, entre outros. Neste sentido duas prioridades devem ter sido em conta: a “transição para uma economia com baixas emissões de carbono; melhoria do ambiente urbano, revitalização das cidades e de áreas intervencionadas no sentido da recuperação e descontaminação de zonas industriais abandonadas (...)” (Portugal-2020, 2014, p. 88).

Outro desafio relevante é a reorganização das redes de serviços públicos e coletivos, “nomeadamente na ótica da acessibilidade das populações aos serviços mas também numa análise atenta às dinâmicas demográficas e à alteração dos padrões de ocupação dos territórios”(Portugal-2020, 2014, p. 88).

Deste Acordo Parceria surge as Cidades Sustentáveis 2020, “que reforça o contributo da estruturação urbana do território nacional e da melhoria da qualidade de vida das populações em meio urbano para o desenvolvimento territorial do país”(Portugal-2020, 2014).

No documento “Cidades Sustentáveis 2020” começa por afirmar que as cidades são palco de grandes concentrações populacionais e de atividades económicas, capazes de incentivar o crescimento económico e do emprego. No entanto, são também nas cidades onde se verificam problemas ambientais que se traduzem a consequências na qualidade de vida da população. Afirmam ainda que “O padrão de ocupação urbano extensivo originou sérios problemas de eficiência e sustentabilidade, o que constitui agora um dos principais desafios para as políticas urbanas. Terminado este ciclo, importa aprofundar o conhecimento e aprender a gerir melhor, de modo mais eficiente e integrado, os recursos territoriais existentes; (...) importa prosseguir um modelo de desenvolvimento territorial mais sustentável, centrado na reabilitação e regeneração dos territórios existentes, na contenção dos perímetros urbanos e na promoção de uma estruturação territorial policêntrica” (MAOTE, 2015, p. 5).

O desenvolvimento urbano sustentável, com uma reestruturação territorial e que possibilite a melhoria da qualidade de vida das populações são os objetivos deste documento. Aqui é apresentada a proposta que articula uma Visão com um conjunto de Princípios Orientadores e Propostas de Eixos Estratégicos.

Numa Visão de desenvolvimento territorial pretende-se criar condições nomeadamente para a sustentabilidade com a criação de Cidades mais prósperas, que proporcionem a fixação de pessoas e investimento com melhorias na qualidade de vida e de qualificação funcional; Cidades mais resilientes, capazes de valorizar as capacidades endógenas para salvaguarda de gerações futuras; Cidades mais saudáveis, que ofereçam um ambiente urbano com qualidade contribuindo para a qualidade de vida das populações com a redução da ‘pegada ecológica e carbónica’.

A Visão é então articulada com um conjunto de Eixos Estratégicos e os seus objetivos temáticos que vão ao encontro dos grandes objetivos da Europa 2020. Será apresentado aqui um Eixo Estratégico que está em linha com a temática desta dissertação, e que conjuntamente com os restantes Eixos “contribuirá para a transformação das nossas cidades em cidades mais

sustentáveis” (MAOTE, 2015, p. 18), nomeadamente o Eixo da Sustentabilidade e Eficiência com os seguintes objetivos:

- Regeneração e reabilitação urbana, com a contenção da expansão das áreas urbanas; a reabilitação dos centros históricos e qualificação de espaços públicos.
- Ambiente urbano, com o reforço da sustentabilidade ambiental que assegure uma matriz de uso e ocupação do solo adequada; a qualificação e integração de infraestruturas verdes em meios urbanos.
- Baixo carbono, com a redução da ‘intensidade energética’ das cidades que contribuam para a redução da pegada ecológica e carbónica; a diminuição da ‘intensidade carbónica’ da mobilidade, incentivando à redução do transporte particular e promovendo os transportes coletivos e não motorizados; e por fim o estímulo pela mobilidade sustentável, quer coletivos quer não motorizados com boas acessibilidades.

Nos últimos anos, Portugal tem acompanhado as exigências das políticas europeias relativas aos desafios ambientais e às necessidades de se desenvolver políticas sustentáveis para áreas urbanas.

### **3. Sustentabilidade e construção**

---

#### **3.1 Construção Sustentável**

O desenvolvimento sustentável pode ser aplicado a várias vertentes, sendo a indústria da construção<sup>12</sup> uma delas. Com a Revolução Industrial, grande parte da população migrou para cidades mais industrializadas, na tentativa de encontrar melhores condições de vida. Com o aumento populacional, as cidades foram obrigadas a expandirem-se de forma desorganizada, aumentando as áreas construídas. As relações do ambiente construído com o meio ambiente nem sempre foram as melhores.

O setor da construção é um dos mais ativos na Europa, representando 9,7% do PIB, empregando 7,5% da população no espaço europeu<sup>13</sup>. Sem dúvida que este setor tem um grande impacto na economia e na sociedade. Os impactos ambientais estão associados à ocupação e uso de solo, ao consumo de recursos naturais, à produção de resíduos e poluentes e às alterações dos ecossistemas.

Na área da construção, os edifícios representam 40% do consumo final de energia na UE. Já em Portugal, este setor é responsável por 30% do consumo, e é o segundo setor com maior emissão de poluentes. A tendência da legislação europeia é impor requisitos mínimos de desempenho energético para os edifícios, quer existentes quer novos, de forma a diminuir a dependência energética e emissões de gases de efeito de estufa (GEE). Um edifício eficiente é aquele que contem “conforto e salubridade no interior dos edifícios com baixos (quase nulos) consumos energéticos”(Fontão, 2014a). Os comportamentos da população no interior do edifício são responsáveis pelo elevado consumo energético, devido às “crescentes necessidades básicas, de higiene, de conservação dos alimentos, conforto térmico (aquecimento e arrefecimento), e ainda o uso de equipamentos de entretenimento assim como equipamentos de apoio às tarefas (computadores, eletrodomésticos, etc.) (...)” (Morais, 2009, p. 12).

---

<sup>12</sup> Entende-se por construção “tudo o que é construído ou resulta de operações de construção e que está fixo ao solo. Assim, incluem-se nas construções: habitações (vivendas), edifícios industriais, comerciais, de escritório, de saúde, educacionais, recreativos e agrícolas, pontes, estradas, caminho-de-ferro, estádios, piscinas, cais, plataformas, docas, canais, barragens, torres, tanques, túneis, entre outras” (Pinheiro, 2006, p. 18).

<sup>13</sup> Dados segundo o autor Manuel Pinheiro (Pinheiro, 2006, p. 18)

Contudo, o interior do edifício só será eficiente se a própria construção deste o for. Neste capítulo não iremos analisar os comportamentos da população, mas sim as características do edificado que podem influenciar o conforto e salubridade no interior da habitação.

Antes de mais começamos por definir o próprio conceito de ‘construção sustentável’. As preocupações com o meio ambiente e o ambiente construído, remonta-nos para 1992 para a conferência da Cimeira da Terra no Rio de Janeiro, procurando uma estratégia para as construções se adaptarem ao meio ambiente e simultaneamente às exigências tendo em consideração as melhorias das condições de vida, não prejudicando as gerações futuras. Foi ainda possível constatar que o aumento do consumo energético nos edifícios tem aumentado exponencialmente, não havendo ainda uma adaptação dos edifícios para as questões climáticas.

Em 1994, o conceito de construção sustentável ganha um novo ênfase, sendo a definição mais usada em artigos e revistas científicas. O Conselho Internacional de Pesquisa e Inovação em Edifícios e Construção (CIB), em conjunto com Charles Kibert apresentam a definição de construção sustentável: “a criação e manutenção responsáveis de um ambiente construído saudável, baseado na utilização eficiente de recursos e em princípios ecológicos” (Kibert, 1994 citado por Mateus, 2009, p. 10).

Com base nesta definição, foi ainda apresentada pelo CIB os sete princípios para uma construção sustentável: (1) reduzir o consumo de recursos; (2) reutilizar recursos; (3) utilizar recursos recicláveis; (4) Proteger os sistemas naturais; (5) eliminar os materiais tóxicos; (6) análise de custos do ciclo de vida dos edifícios; (7) assegurar a qualidade (Mateus, 2009: 10). A aplicação destes princípios durante todas as fases do ciclo de vida<sup>14</sup> do edificado traduz-se na criação de edifícios mais sustentáveis, a nível económico, social, e ambiental (Mateus, 2009, p. 10).

Ricardo Mateus revela ainda uma definição mais recente proposta pelo grupo CRISP, onde definem construção sustentável como a aplicação de requisitos que diminuam os impactos ambientais mas também que promovam melhorias ao nível económico e social. Ou seja, a construção sustentável não se prende só aos impactos ambientais que possam ocorrer, mas também contribuir para o conforto e qualidade de vida da população (Mateus, 2009, p. 11).

---

<sup>14</sup> Segundo Ricardo Mateus o ciclo de vida da construção é feito por várias fases nomeadamente a construção, utilização, manutenção e reabilitação, e por fim a demolição (Mateus, 2009, p. 15).

Também o projeto “*Sustainable Building*” apresentado pela OCDE em 2002, considera um edifício sustentável como aquele que racionaliza a utilização de recursos naturais com uma gestão apropriada do edificado, permitindo reduzir o consumo de energia, contribuindo para a qualidade ambiental no interior do edifício e sua envolvente. Neste projeto são apresentadas as prioridades para atingir a construção sustentável: uso eficiente de recursos; eficiência energética; redução de emissão de poluentes no interior do edifício e envolvente; equilíbrio com o ambiente; integração dos diversos aspetos da construção com a sustentabilidade.

Em 2006, Ricardo Mateus e Luís Bragança apresentam uma lista de indicadores que consideram os pilares para a construção sustentável:

- **“Economizar energia e água** – os edifícios devem ser construídos de modo a garantir uma gestão eficiente destes recursos.
- **Garantir a salubridade** – assegurar o conforto no interior do edifício.
- **Maximizar a durabilidade do edifício** – uso de técnicas e materiais de construção que sejam duráveis, aumentando o ciclo de vida do edifício, diminuindo os impactos ambientais produzidos na fase de construção.
- **Planear a conservação e a manutenção dos edifícios** – os edifícios tendem a degradar-se com o passar dos anos, o que não favorece o conforto e segurança. São previstas fases de manutenção e reabilitação permitindo o aumento do ciclo de vida dos edifícios.
- **Utilizar materiais ‘eco-eficientes’** – são todos os materiais que desde as várias fases do ciclo de vida do edifício, proporcionam um baixo impacto ambiental.
- **Apresentar baixa massa de construção** – quanto menor for a massa total do edifício, menor a quantidade de recursos naturais utilizada.
- **Minimizar a produção de resíduos.**
- **Ser económica** – o edifício só é sustentável se integrar todos os fatores mencionados e conseguir competir economicamente com as construções tradicionais” (Mateus & Bragança, 2006, p. 35).



### 3.2 Características da construção

A população europeia passa em média cerca de 80 a 90% do seu tempo no interior de edifícios (Pinheiro, 2006, p. 19). Nos últimos anos tem-se assistido a um aumento das preocupações sobre a qualidade e o conforto dos edifícios, com a introdução de equipamentos quer para aquecimento e arrefecimento, quer eletrodomésticos ou de lazer, de forma a proporcionar melhor qualidade de vida à população. Este aumento da qualidade e conforto traduziu-se num consequente aumento no consumo de energia que por sua vez aumenta a emissão de poluentes atmosféricos.

No que diz respeito ao conforto térmico de um edifício, há indicadores da construção que podem contrariar este aumento de consumo energético e proporcionar um maior conforto e salubridade dos edifícios, nomeadamente os materiais de construção, o ano de construção e o estado de conservação e por fim o número de pisos.

- ***Materiais de Construção***

A história da construção e da arquitetura foi acompanhada com o início das civilizações datada a dez mil anos a. C., onde surgiu a alvenaria como a técnica de construção mais antiga, com edifícios de tijolos de barro seco ou pedra. Com a revolução industrial surgiram novas técnicas de construção mais avançadas, como o betão armado, tornando a técnica de alvenaria antiquada. A partir dos inícios do século XX, as alvenarias voltam à ribalta em conjunto com o betão armado (Fontenelle, Bucar, & Martinez, 2014, p. 4).

Entende-se por alvenaria como técnica construtiva constituída por elementos como pedras naturais, tijolos ou blocos unidos ou não por argamassa<sup>15</sup>. A pedra é um dos materiais que se encontra em variadíssimos monumentos e edifícios, sendo o elemento mais usado na construção. São várias as vantagens e desvantagens que se podem referir, contudo vamos realçar as que se relacionam com o conforto e salubridade do edifício. Sendo assim, a alvenaria pedra tem uma grande inércia térmica, com um bom isolamento dos ruídos exteriores, contudo no que

---

<sup>15</sup> Segundo o autor Poças, “a argamassa é considerada o adesivo que efetua a ligação entre as unidades estruturais das paredes em alvenaria” (Poças, 2008, p. 10).

diz respeito ao conforto do edifício é uma desvantagem uma vez que a superfície é extremamente fria.

Até aos inícios do século XIX, a construção foi feita maioritariamente em paredes de alvenaria com tijolos produzidos manualmente, chamando-se os adobes. O adobe é uma técnica de construção que necessita de terra crua, sobretudo de materiais argilosos e plásticos moldados e posteriormente secos ao sol. A utilização de terra crua tem boas características térmicas, reciclável e reutilizável, abundância de matéria-prima, contudo apresenta-se com fraca resistência e sensível à água. Com o revirar da revolução industrial e o aumento populacional a produção do tijolo foi industrializada, aparecendo o tijolo cerâmico, assistindo-se a uma rápida expansão de construções com este material.

Com a introdução do betão armado, que será debatido mais à frente, a técnica construtiva de alvenaria cai em desuso, contudo a partir do século XX, esta técnica volta a mostrar as suas valências com a introdução de novos elementos que contribuem para o a melhoria desta no que diz respeito ao conforto e salubridade, nomeadamente componentes de isolamento térmico com placas de poliestireno expandido moldado, placas de poliestireno expandido extrudido e placas de aglomerados de cortiça expandida (Mateus & Bragança, 2006, p. 80).

No século XIX é apresentado o betão armado. Segundo António Costa e Júlio Appleton, o betão “é um material formado pela mistura de cimento, de agregados grossos e finos e de água, resultante do endurecimento da pasta de cimento. Para além destes componentes básicos, pode também conter adjuvantes e adições”, estando estes elementos todos devidamente compactados (Costa & Appleton, 2002, p. 2).

Este é o material de construção mais utilizado nos últimos anos uma vez que é uma técnica construtiva com bastante resistência e durabilidade, que supera economicamente as restantes técnicas e é considerado um material bastante flexível, tendo em conta que pode ser aplicado de diversas formas. Estas são as vantagens apresentadas pelo Armindo Serra, que apresenta também os problemas desta técnica. A elevada heterogeneidade dos materiais, muitos deles artificiais que provocam a emissão de poluentes atmosféricos na produção do betão. Além disso contem um mau comportamento térmico, não contribuindo para o conforto e qualidade do ambiente no interior de um edifício (Serra, 2012, p. 23).

- *Ano de construção e estado de degradação*

Os centros citadinos têm assistido à degradação progressiva dos parques edificados, própria do envelhecimento da construção e da desocupação do edificado. A reabilitação está associada à própria sustentabilidade do edifício, incluindo os aspetos patrimoniais, como a manutenção de fachadas e revestimentos, a melhoria da estrutura que permite a segurança, o baixo consumo energético ligado ao melhoramento das instalações e à introdução de materiais de construção mais eficientes.

Este processo de reabilitação dos edifícios está associado não só aos edifícios mas também à própria área urbana. A melhoria das condições habitacionais do parque edificado das áreas urbanas permite uma maior atração da população para estes centros, contribuindo desta forma para a sustentabilidade ambiental destas áreas.

- *Número de pisos*

Num edifício de vários andares a questão do piso pode fazer toda a diferença no conforto e salubridade e também nos gastos energéticos. A melhoria das condições de vida da população e as suas exigências no conforto do ar ambiente do interior do edifício traduziu-se em maiores consumos energéticos o que consequentemente aumenta os níveis de emissões de poluentes. É certo que os materiais de construção, o ano de construção e o estado de degradação de um edifício muito contribuem para o conforto, mas o piso também pode influenciar em conjunto com os outros fatores.

Segundo Eunice Fontão os pisos intermédios “têm necessidades energéticas menores do que o piso térreo e do que o da cobertura” (Fontão, 2014b, p. 108). Para o autor Pieraldo Isolani, as coberturas são responsáveis pelas maiores perdas de calor num edifício, afirmando que o isolamento destas permite contrariar estas perdas e diminuir o consumo energético (Isolani, 2008, p. 12). Num estudo realizado por António Ferreira e Fernando Pedrosa pela Faculdade de Engenharia da UP, estudaram um edifício de 8 andares, escolhendo apenas 3 pisos (um piso inferior (piso 2), um intermédio (piso 5) e um piso de cobertura (piso 8)). Os autores demonstram que as perdas térmicas pela envolvente têm um peso significativo, concluindo que o piso 8 é o que tem maiores perdas devido ao maior contacto com a envolvente através da

cobertura. Já o piso intermédio é que obtém melhores resultados pois é o que perde menos (Ferreira & Pedrosa, p. 9).

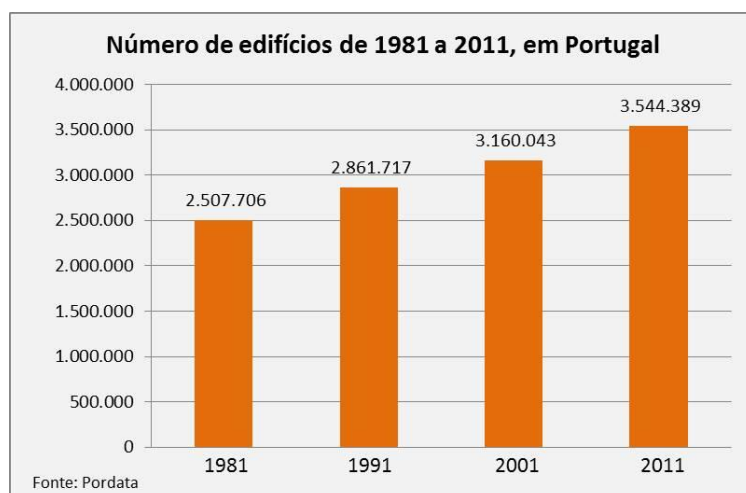
### **3.3 O setor dos edifícios em Portugal**

Em Portugal, segundo os dados da Pordata<sup>16</sup> datados de 2011, existem aproximadamente 3,5 milhões de edifícios. De 1981 a 2011 (Gráfico 1) o número de edifícios teve um crescimento contínuo, sendo que nestes 30 anos houve um aumento de cerca de 1 milhão de edifícios. No que diz respeito às 5 regiões continentais que representam a NUT II<sup>17</sup> que estão expostas na Tabela 2, compreende-se que a região Norte é que apresenta um maior número de edifícios quer em 2001 quer 2011. Neste período de 10 anos foi a região Centro que teve um aumento superior às restantes, seguindo-se a região Norte, Lisboa, Algarve e Alentejo. A região Norte é claramente a grande concentradora uma vez que apresenta um maior número de população residente em relação às restantes regiões (Tabela 3). Nestes últimos 20 anos foi a região de Lisboa que apresentou um maior crescimento populacional apesar de não ser a que teve o maior crescimento de edifícios. De salientar ainda o Alentejo que, apesar do aumento do número de edifícios até 2011, no que diz respeito à população, apresenta-se com um decréscimo no número total de residentes desde 1991.

---

<sup>16</sup> A Pordata é uma base de dados de Portugal contemporâneo, desenvolvida em 2009 pela fundação Francisco Manuel dos Santos. Contém dados estatísticos sobre Portugal, a nível dos municípios e dos países europeus. Estes dados são provenientes de fontes oficiais como por exemplo o INE.

<sup>17</sup> “Nomenclatura estatística comum das unidades territoriais, de modo a permitir a recolha, organização e difusão de estatísticas regionais harmonizadas na Comunidade Europeia. A nomenclatura NUTS subdivide o território económico dos Estados Membros em unidades territoriais e atribui a cada unidade territorial uma designação e um código específicos. A nomenclatura NUTS é hierárquica. Subdivide cada Estado-Membro em unidades territoriais de nível NUTS 1, cada uma das quais é subdividida em unidades territoriais de nível NUTS 2, sendo estas, por sua vez, subdivididas em unidades territoriais de nível NUTS 3” (INE, Sistema de Metainformação).



**Gráfico 1 - Número total de edifícios segundo os censos de 1981 a 2011, em Portugal Continental**

<b>Número total de edifícios por localização geográfica, em Portugal Continental (2001-2011)</b>		
<b>NUT II</b>	<b>2001</b>	<b>2011</b>
Norte	1 100 329	1 209 911
Centro	992 321	1 111 952
Lisboa	394 520	448 957
Alentejo	349 946	383 866
Algarve	160 543	198 924
Fonte: INE (Censos 2001/2011)		

**Tabela 2 - Número total de edifícios por localização geográfica (NUT II), segundo os censos 2001 e 2011, em Portugal Continental**

População residente por localização geográfica em Portugal Continental (1991-2001-2011)			
NUT II	1991	2001	2011
Norte	3 472 715	3 687 293	3 689 682
Centro	2 258 768	2 348 397	2 327 755
Lisboa	2 520 708	2 661 850	2 821 876
Alentejo	782 331	776 585	757 302
Algarve	341 404	395 218	451 006
Fonte: INE (Censos 1991/2001/2011)			

**Tabela 3 - População residente por localização geográfica (NUT II), segundo os censos 1991, 2001 e 2011, em Portugal Continental**

O setor dos edifícios em Portugal tem um valor significativo no consumo final de energia, representando cerca de 30%, sendo que 17% representa o setor doméstico, e 13% o setor dos serviços, em 2012<sup>18</sup>. Segundo o Inquérito ao Consumo de Energia no Setor Doméstico, produzido pelo INE e DGEG, pode-se perceber que em Portugal a eletricidade é a fonte de energia mais utilizada neste setor, representado 42,6% do consumo energético, fonte que traz consequências a nível de emissões de poluentes nocivos ao meio ambiente (INE & DGEG, 2010). Até 2002 a fonte dominante era a lenha, porém em 2003 o consumo de eletricidade superou, continuando até à atualidade como a maior fonte consumidora de energia.

Este aumento no consumo de energia no setor doméstico deve-se sobretudo à procura da qualidade e conforto na habitação. No que diz respeito ao consumo de energia por tipo de utilização, a cozinha e o aquecimento de águas foram os mais elevados, 39,1% e 23,5% respetivamente, seguindo-se o aquecimento do ambiente (21,5%) e equipamentos elétricos (10,9%). A iluminação e arrefecimento do ambiente foram os que tiveram menor cotação, com 4,5% e 0,5% respetivamente.

Apesar do conforto de uma habitação estar associada aos vários fatores referidos anteriormente, sabe-se que a construção eficiente do próprio edifício pode contribuir para

<sup>18</sup> Dados retirados do *site* DGEG 2012

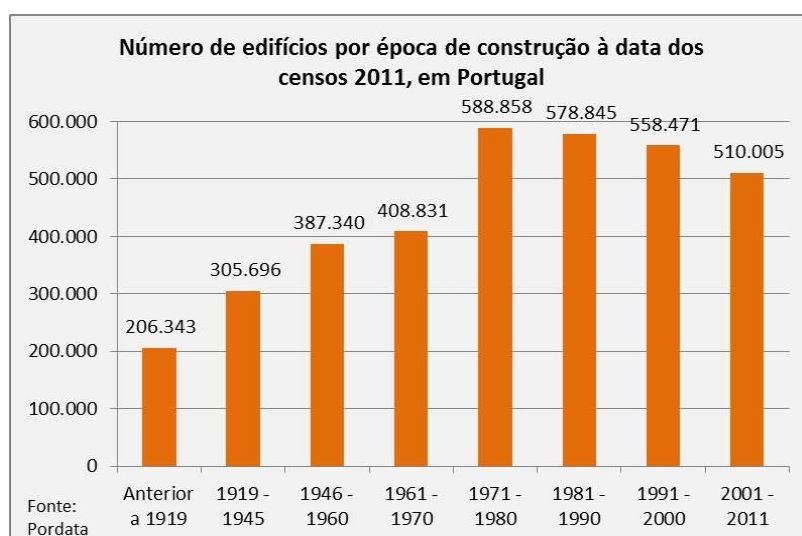
aumentar a qualidade interior de um alojamento, reduzindo o consumo de energia e consequentemente a emissão de poluentes atmosféricos. De seguida serão apresentados os indicadores relativos aos materiais de construção, época de construção, estado de degradação e número de pisos dos edifícios, fazendo-se um breve resumo do ponto de situação em Portugal.

Os materiais utilizados na construção, apresentados pelo INE em 2011, demonstram (Tabela 4) que o betão armado é o material mais utilizado em quase todas as regiões da NUT II, seguindo as estruturas de alvenaria com placa e sem placa e por fim as alvenarias de pedra solta ou de adobe. De salientar o Alentejo em que o material mais utilizado é a alvenaria com placa, ficando em segundo lugar o betão armado. É na região Norte onde se encontra um maior número de edifícios com betão armado, uma vez que também é nesta região onde existe maior número total de edifícios.

<b>Edifícios segundo os principais materiais utilizados na construção (2011)</b>					
<b>Tipo de estrutura da construção</b>	<b>Norte</b>	<b>Centro</b>	<b>Lisboa</b>	<b>Alentejo</b>	<b>Algarve</b>
Betão armado	597 409	472 353	292 978	122 506	114 188
Paredes de alvenaria com placa	399 887	396 783	97 116	153 407	51 051
Paredes de alvenaria, sem placa	162 483	155 741	48 138	64 832	18 219
Paredes de alvenaria de pedra solta ou de adobe	40 729	75 101	7 663	40 792	14 136
Outros	9 403	11 974	3 062	2 329	1 330
<b>Total</b>	<b>1 209 911</b>	<b>1 111 952</b>	<b>448 957</b>	<b>383 866</b>	<b>198 924</b>
Fonte: INE (Censos 2011)					

**Tabela 4 - Edifícios com os principais materiais utilizados na construção, por NUT II, segundo os censos de 2011, em Portugal Continental**

Quanto à época de construção do edificado em Portugal, como se pode verificar (Gráfico 2), em 2011 dominam com uma margem pequena os edifícios construídos de 1971 a 1980, seguindo os edifícios entre 1981 e 2011. Os edifícios mais antigos começam a ter pouca expressão devido à demolição ou reabilitação dos mesmos.



**Gráfico 2 - Número de edifícios por época de construção, segundo os censos de 2011, em Portugal Continental**

No que diz respeito ao estado de degradação dos edifícios (Tabela 5), de 2001 para 2011 o número de edifícios sem necessidade de reparação aumentou 34,8%, um valor bastante positivo no que diz respeito à sustentabilidade do edifício contribuindo para a qualidade e conforto do mesmo. Os edifícios com necessidades de grandes reparações também tiveram uma queda bastante significativa de aproximadamente 40%. Para os edifícios que se encontram muito degradados na última década registam uma diminuição de 36%, mostrando que o processo de reabilitação do parque edificado tem surtido efeitos na redução de edificado em mau estado de conservação.

Número de edifícios segundo o estado de conservação (2001-2011)			
Estado de conservação	2001 (nº)	2011 (nº)	Variação (%)
Sem necessidade de reparação	1 868 342	2 519 452	34,8
Com necessidade de reparação	1 199 336	965 782	-19,5
Pequenas reparações	706 716	624 322	-11,7
Reparações médias	329 605	244 303	-25,9
Grandes reparações	163 015	97 157	-40,4
Muito degradado	92 365	59 155	-36,0
<b>Total</b>	<b>3 160 043</b>	<b>3 544 389</b>	<b>12,2</b>

Fonte: INE (Censos 2001/2011)

**Tabela 5 - Número de edifícios por estado de conservação e por localização, segundo os censos de 2001 e 2011, em Portugal**



## **PARTE II – Abordagem Empírica**

## **4. Enquadramento Metodológico**

---

### **4.1 Identificação da área de estudo**

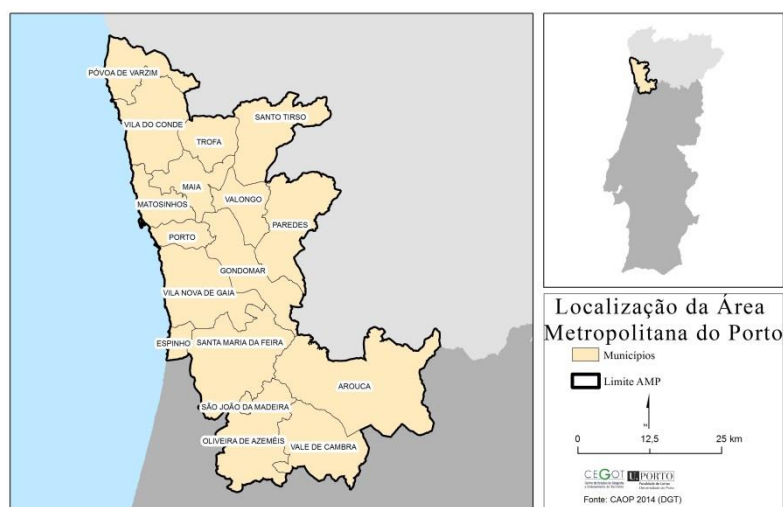
Nesta segunda parte da dissertação será apresentada o caso de estudo relativo à forma urbana, mobilidade e características da construção. Serão apresentadas metodologias para identificar o compacto e disperso e a sua relação com a mobilidade e a caracterização do parque edificado com a definição de vários indicadores que se relacionam com a sustentabilidade do mesmo e que possam contribuir para o conforto e qualidade de um edifício (Mapa 1).

Foram escolhidas duas escalas territoriais diferentes, uma mais abrangente e uma mais pormenorizada. Sendo assim, foi escolhida a Área Metropolitana do Porto, de agora em diante referida como a AMP, uma vez que o seu contexto territorial tem uma grande influência na região Norte de Portugal, o que torna interessante o estudo a esta escala.

Numa segunda escala, mais pormenorizada, foram escolhidos dois municípios pertencentes à AMP com contextos territoriais um pouco diferentes:

- O município do Porto – com um território caracterizado pela compactação e com uma taxa de urbanização máxima.
- O município de Vila Nova de Gaia – com um território marcado pela dispersão e com uma taxa de urbanização média.

São municípios com dinâmicas e contextos diferentes o que tornam uma mais-valia para a investigação desenvolvida. Foram ainda elaborados outros ensaios metodológicos neste contexto para outros municípios no âmbito de outros projetos. De seguida será apresentada uma breve caracterização territorial e demográfica das áreas de estudo.



**Mapa 1 - Localização das áreas de estudo**

## 4.2 Enquadramento e caracterização geral

Neste subcapítulo vamos fazer um pequeno enquadramento e caracterização das nossas áreas de estudo no que diz respeito à população e edifícios.

- ***Área Metropolitana do Porto***

A Área Metropolitana do Porto é constituída por 17 municípios (Tabela 6), pertencendo na totalidade às antigas sub-regiões Grande Porto e Entre Douro e Vouga, com 11 e 5 municípios respetivamente, mais o concelho de Paredes que pertencia à sub-região Tâmega. Ocupa uma área de 2 041,3 km<sup>2</sup> e com uma população de 1 759 524 habitantes segundo o último recenseamento geral da população em 2011<sup>19</sup>, o que significa 48% da região Norte.

<sup>19</sup> O recenseamento geral da população realiza-se de 10 em 10 anos, sendo o último realizado em 2011 e apresentado resultados estatísticos pelo INE.

Área Metropolitana do Porto	
Espinho	Vila do Conde
Gondomar	Vila Nova de Gaia
Maia	Paredes
Matosinhos	Arouca
Porto	Santa Maria da Feira
Póvoa de Varzim	Oliveira de Azeméis
Trofa	São João da Madeira
Santo Tirso	Vale de Cambra
Valongo	
Fonte: própria	

	Antiga Sub-região Grande Porto
	Pertencente à antiga sub-região Tâmega
	Antiga Sub-região Entre Douro e Vouga

**Tabela 6 - Identificação dos concelhos da AMP e antigas sub-regiões**

A AMP está integrada na NUT II Região Norte, estando esta representada por 8 sub-regiões (NUT III), onde a AMP representa apenas aproximadamente 9,5% da área total de toda a Região Norte. Sendo a Região Norte a mais populosa de todo o país, representando 35% da população total (Tabela 7), a AMP apesar de territorialmente ter uma área reduzida, abrange quase metade da população Nortenha, cerca de 48% como se pode ver na Tabela 8. De realçar a antiga sub-região do Grande Porto, que absorve grande parte desta população representado cerca de 79% da população total da AMP.

População residente por NUT II em 2011		
NUT	2011	Percentagem (%)
Portugal	10 562 178	100
Norte	3 689 682	35
Centro	2 327 755	22
Lisboa	2 821 876	27
Alentejo	757 302	7
Algarve	451 006	4
Região Autónoma dos Açores	246 772	2
Região Autónoma da Madeira	267 785	3
Fonte: INE (Censos 2011)		

**Tabela 7 - População residente por localização geográfica (NUT II) em Portugal, 2011**

<b>População residente por NUT III da Região Norte, em 2011</b>		
<b>NUT</b>	<b>2011</b>	<b>Percentagem (%)</b>
<b>Norte</b>	<b>3 689 609</b>	<b>100</b>
Alto Minho	244 836	7
Cávado	410 148	11
Ave	425 410	12
Área Metropolitana do Porto	1 759 524	48
Alto Tâmega	94 142	3
Tâmega e Sousa	432 867	12
Douro	205 156	6
Terras de Trás os Montes	117 526	3
Fonte: INE (Censos 2011)		

**Tabela 8 - População residente por localização geográfica (NUT III) na Região Norte de Portugal, em 2011**

Num processo evolutivo, entre 1991 e 2011 a Região Norte tem assistido a um aumento populacional e da taxa de urbanização<sup>20</sup>, intensificando o processo de litoralização do Norte, com a presença de polos urbanos ao longo do litoral, contrastando com territórios rurais de baixa densidade no interior do país. Neste sentido, a AMP demarca-se das restantes sub-regiões, com um aumento populacional bastante significativo, absorvendo 75% do aumento populacional de toda a Região Norte durante estas duas décadas.

No que diz respeito à urbanização, e como se pode ver na Tabela 9, a AMP é a sub-região em que mais de metade da população vive num contexto urbano em 2011. Isto vem por si só demonstrar que cada vez mais a AMP tem um papel preponderante no Norte do país mostrando-se interessante para a aplicação desta pesquisa.

Mas se a nível da Região Norte a AMP é uma sub-região que merece o seu devido destaque, dentro da própria existem assimetrias muito significativas em termos populacionais e de urbanidade. São os concelhos próximos da cidade polo (Porto) que apresentam um maior número populacional e de taxa de urbanização, contrastando com os concelhos pertencentes à antiga sub-região Entre Douro e Vouga com os valores mais baixos.

---

<sup>20</sup> Taxa de urbanização é a percentagem de indivíduos que vivem em cidades relativamente ao total da população numa determinada área

População residente, citadina e taxa de urbanização para a Região Norte e sub-regiões em 2011			
NUT	População total	População cidades	Taxa Urbanização (%)
Norte	3689609	1529928	41,5
Alto Minho	244836	44514	18,2
Cávado	410148	167308	40,8
Ave	425410	108767	25,6
Área Metropolitana do Porto	1759524	1006133	57,2
Alto Tâmega	94142	26375	28,0
Tâmega e Sousa	432867	79383	18,3
Douro	205156	54544	26,6
Terras de Trás os Montes	117526	42904	36,5
Fonte: INE (Censos 2011)			

**Tabela 9 - População residente, citadina e taxa de urbanização por localização geográfica (NUT III), na Região Norte em 2011**

### *Municípios do Porto e Vila Nova de Gaia*

No contexto metropolitano, os municípios do Porto e Vila Nova de Gaia – doravante referida como Gaia - territorial e demograficamente são bastante distintos. O primeiro tem apenas cerca de 41 km<sup>2</sup> de área e com uma população de 237 591 habitantes, é considerada a cidade central da AMP. Já o segundo contém uma área de aproximadamente 168 km<sup>2</sup> onde residem 302 295 habitantes, fazendo fronteira a norte com Porto.

São os dois concelhos da AMP que têm um maior número de habitantes. Contudo desde 1991 o concelho do Porto tem assistido a um decréscimo populacional demonstrando alguma dificuldade em manter a sua centralidade a nível populacional na AMP. Por outro lado, V. N. de Gaia tem assistido a um crescimento populacional nestas duas décadas, ganhando o estatuto do concelho mais populoso da AMP, retirando o lugar ao concelho do Porto (Tabela 10).

E se AMP é a sub-região que absorve mais população da Região Norte, são os concelhos pertencentes ao Grande Porto que concentram grande parte dos habitantes da AMP, abrangendo cerca de 79% da população da AMP (Tabela 11), com os concelhos mais populosos Gaia e Porto e os municípios limítrofes.

População residente por concelhos na AMP (1991-2001-2011)			
Concelhos	1991	2001	2011
<b>AMP</b>	<b>1 595 662</b>	<b>1 730 845</b>	<b>1 759 524</b>
Porto	302 472	263 131	237 591
V. N. Gaia	248 565	288 749	302 295
Santo Tirso	69 773	72 396	71 530
Trofa	32 820	37 581	38 999
Espinho	34 956	33 701	31 786
Gondomar	143 178	164 096	168 027
Maia	93 151	120 111	135 306
Matosinhos	151 682	167 026	175 478
Póvoa de Varzim	54 788	63 470	63 408
Valongo	74 172	86 005	93 858
Vila do Conde	64 836	74 391	79 533
Paredes	72 999	83 376	86 854
Arouca	23 894	24 227	22 359
Santa Maria da Feira	118 641	135 964	139 312
Oliveira de Azeméis	668 46	70 721	68 611
São João da Madeira	18 452	21 102	21 713
Vale de Cambra	24 537	24 798	22 864

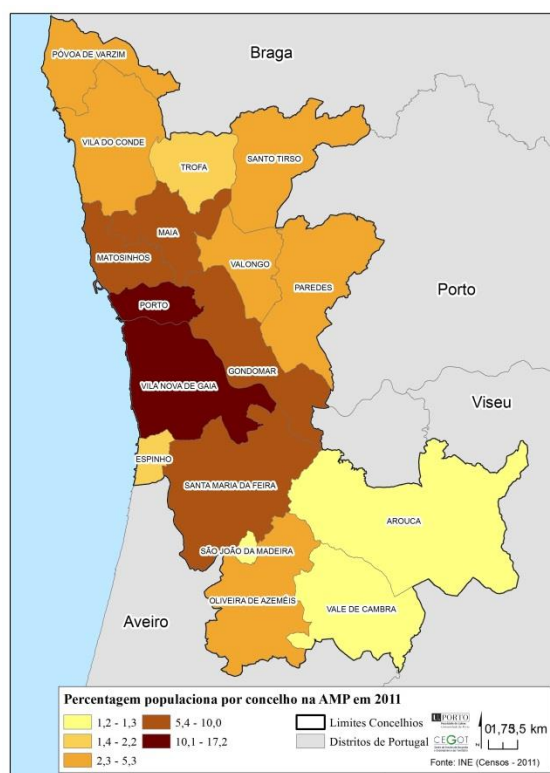
Fonte: INE (Censos 1991-2011-2011)

**Tabela 10 - População residente por municípios pertencentes à sub-região AMP (1991-2001-2011)**

Localização da população total em percentagem na AMP em 2011		
Concelhos	População (nº)	População (%)
<b>AMP</b>	<b>1759524</b>	<b>100</b>
Porto	237591	79
V. N. Gaia	302295	
Santo Tirso	71530	
Trofa	38999	
Espinho	31786	
Gondomar	168027	
Maia	135306	
Matosinhos	175478	
Póvoa de Varzim	63408	
Valongo	93858	
Vila do Conde	79533	
Paredes	86854	5
Arouca	22359	16
Santa Maria da Feira	139312	
Oliveira de Azeméis	68611	
São João da Madeira	21713	
Vale de Cambra	22864	

**Tabela 11 - Percentagem populacional por localização geográfica em 2011**

Como se pode ver no Mapa 2, desenha-se uma clara primeira coroa onde se concentra um grande número de habitantes com o Porto e Gaia em destaque, seguindo-se Matosinhos, Maia, Valongo e Gondomar. Segue-se uma segunda coroa ainda com um número elevado de população que envolve a primeira, representados pelos seguintes concelhos: Gondomar, Maia, Matosinhos e Santa Maria da Feira. Uma terceira coroa é ainda visível apesar de estar um pouco mais desfasada onde se encontra os municípios da Póvoa do Varzim, Vila do Conde, Valongo, Paredes, Santo Tirso e Oliveira de Azeméis. Os restantes municípios a nível populacional têm pouco significado contendo um total de habitantes abaixo dos 25 000.



**Mapa 2 - População residente por concelho na AMP em 2011**

No que diz respeito à taxa de urbanização, o concelho do Porto é totalmente urbano, ou seja, tem uma taxa de urbanização de 100%. Por outro lado, Gaia apesar de ser o concelho com maior população continua num processo de expansão urbana, com pouco mais de metade da sua população a residir em áreas urbanas, aproximadamente 62% (Tabela 12). Isto demonstra que Gaia tem ainda territórios com características marcadamente rurais. Nesse sentido, esta



investigação em termos de avaliação de sustentabilidade, vai focar-se num município com uma área urbana relativamente consolidada (Porto) e num município com uma área urbana heterogénea e ainda em expansão urbana.

População residente, citadina e taxa de urbanização por concelho na AMP em 2011			
Concelhos	População total	População citadina	Taxa Urbanização (%)
<b>AMP</b>	<b>1 759 524</b>	<b>1 006 133</b>	<b>57,2</b>
Porto	237 591	237 591	100,0
V. N. Gaia	302 295	186 502	61,7
Santo Tirso	71 530	28 333	39,6
Trofa	38 999	17 389	44,6
Espinho	31 786	21 185	66,6
Gondomar	168 027	106 269	63,2
Maia	135 306	40 134	29,7
Matosinhos	175 478	100 355	57,2
Póvoa de Varzim	63 408	40 053	63,2
Valongo	93 858	76 830	81,9
Vila do Conde	79 533	28 636	36,0
Paredes	86 854	45 939	52,9
Arouca	22 359	0	0,0
Santa Maria da Feira	139 312	34 821	25,0
Oliveira de Azeméis	68 611	15 071	22,0
São João da Madeira	21 713	21 713	100,0
Vale de Cambra	22 864	5 312	23,2
Fonte: INE (censos 2011)			

**Tabela 12 - População residente, citadina e taxa de urbanização por municípios da AMP, em 2011**

### 4.3 Metodologias

O estudo da sustentabilidade das áreas urbanas tendo em linha de pensamento a forma urbana e particularmente os edifícios tem suscitado muito interesse nos últimos anos em Portugal. A procura da forma urbana mais sustentável levou à criação de metodologias para constatar quais as formas que imperam na atualidade, e qual o melhor modelo urbano tendo em conta a mobilidade ou as morfologias do próprio edificado. Relativamente ao edificado, tem-se procurado avaliar o modelo urbano que melhor favorece o conforto e salubridade e que mais contribua para a redução de emissão de poluentes, que degradam o meio ambiente urbano.

Assim sendo, com esta dissertação interessa desenvolver uma metodologia que permita identificar as áreas compactas e dispersas nas áreas em estudo com recurso às fontes de informação dos Recenseamentos Gerais da População. Em termos metodológicos vai-se usar e aplicar informação e técnicas disponibilizadas pelo Laboratório de Cartografia da Faculdade de Letras da Universidade do Porto. Neste exercício, utiliza-se ferramentas SIG (ArcGIS) que nos permitem cartografar e assim melhor analisar os resultados obtidos. Foi também aplicada uma análise de *clusters* de forma a sintetizar alguma da informação.

No que diz respeito à primeira metodologia, tem como base o artigo de Jochen Jaeger e Christian Schwick publicado em 2014 “*Improving the measurement of urban sprawl: Weighted Urban Poliferation and its application to Switzerland*”. O autor define expansão urbana como um fenómeno perceptível na paisagem, pois se esta tem um desenvolvimento urbano com construções isoladas e com grande absorção de solo por habitante ou emprego e com grandes áreas construídas, maior é o grau de dispersão urbana (Jaeger & Schwick, 2014, pp. 295-296). Esta definição forneceu para este artigo a base para uma expressão matemática, de forma a criar-se um modelo para medir a expansão urbana tendo em consideração três elementos: Permeação Urbana (Urban Permeation); dispersão (Dispersion); e densidade de utilização (Utilization density):

- Permeação Urbana: mede o tamanho da área construída e também o seu nível de dispersão.
- Dispersão: caracteriza o padrão das áreas de povoamento. A expansão urbana agrava-se com o aumento da área urbana e também com o aumento da dispersão. Quanto mais distantes estão dois edifícios dentro de uma área edificada, maior é o contributo para a dispersão.
- Densidade de utilização: quanto maior é a diversidade numa área urbana melhor é a utilização do solo dessa mesma área.

Tendo em conta estes três elementos foram definidos inicialmente 3 parâmetros de uma forma mais simplificada de acordo com a informação referida, sendo esses:

1. Densidade construída: numa lógica de quanto mais edifícios numa determinada área, maior o seu contributo para a compactação da mesma.

2. Distância entre edifícios (dispersão): quanto maior a distância entre os edifícios, maior é o seu contributo para a expansão urbana e menor para compactação.
3. Densidade populacional: quanto maior densidade populacional numa determinada área, maior é o seu contributo para a compactação urbana.

Após definidos os três parâmetros, deu-se início ao processo metodológico para a identificação do compacto e disperso nas áreas em estudo. A recolha e análise exploratória dos dados foram essenciais para facilitar os passos seguintes, assim como também o pré-processamento dos dados, para que todos os dados estivessem com a mesma projecção e sistema de coordenadas evitando erros futuros.

Primeiro foi criada uma grelha regular poligonal com 1 km de lado com os limites da AMP e de seguida para cada célula da grelha foi gerado um *buffer* com 1,5 km de diâmetro e calculada a área de cada. Este passo é fundamental pois não importa só o que está representado dentro de cada quadrícula mas também o que está na sua envolvente. Estes são os dois passos iniciais que se aplicam a todos os 3 parâmetros e que vão ser fundamentais no final para a produção de cartografia.

Para calcular a densidade construída foi necessário o edificado em formato poligonal da AMP disponibilizado pelo Laboratório de Cartografia (LabCart) da FLUP. Uma vez que este ficheiro está em formato *shapefile* extremamente pesado devido à quantidade elevada e pormenorizada de informação contida, foi necessário uma agregação de polígonos, através do comando *aggregate polygons* de forma a facilitar os passos seguintes e suavizar a informação, o que ainda assim se traduziu num processo extremamente moroso e exigente.

Depois da operação de agregação do edificado foi necessário cruzar essa informação com a *shapefile* que contém os *buffers* de forma a ficar toda a informação tabular numa só tabela, através da operação *Intersect* permitindo assim calcular os passos seguintes. Posteriormente procedeu-se ao cálculo da área de cada elemento na tabela de atributos resultante do passo anterior.

Depois de calculada a área de cada interseção foi necessário fazer uma operação tabular, nomeadamente um somatório da área pelo atributo da grelha regular. Este somatório vai permitir unir duas tabelas - a tabela do *buffer* e a tabela da interseção – através do comando

*Join*. Assim sendo, toda a informação da interseção foi transferida para a tabela do *buffer*, permitindo assim o cálculo final para chegarmos à densidade construída:

$$DC = \frac{\text{Área edificada}}{\text{Área do buffer}} \times 100$$

Depois de fazer o calculo este vai conter valores que variam entre 0 e 100%, ou seja, quanto maior é o valor, maior será a percentagem construída e mais densa será a área. De seguida será feito um novo *Join* deste cálculo resultante, para a grelha regular de forma a ser possível mapear o resultado final. A Figura 3 representa um esquema com os passos metodológicos do primeiro parâmetro.

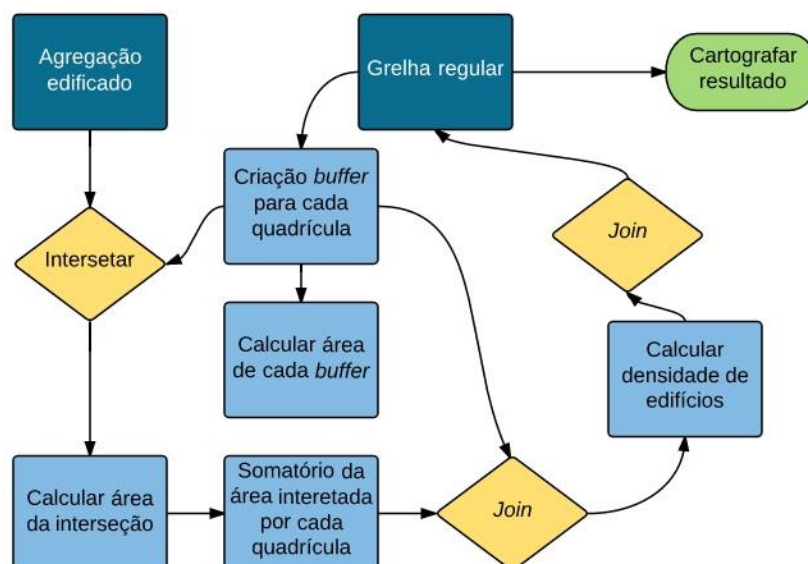


Figura 3 - Esquema metodológico da densidade de edifícios

Depois de calculado o primeiro parâmetro segue-se o segundo: a distância entre edifícios (dispersão). Para esta variável foi necessário utilizar o *Point Distance*, que basicamente calcula a distância de ponto a ponto, ou seja, de edifício a edifício. Uma vez que este é um processo extremamente moroso e exigente a nível técnico, foi necessário fazer uma nova agregação do edificado com um raio mais alargado.

Posteriormente foi necessário um cruzamento de informação entre os edifícios agregados com a grelha regular criada no início deste processo metodológico para que no final seja possível unir as tabelas resultantes deste. Depois de feita a interseção foi necessário converter os polígonos em pontos através do *Point Distance*, tal como o nome indica, só processa com *shapefiles* de pontos. Este foi um processo bastante moroso devido à quantidade de informação, ainda que agregada pela segunda vez.

Depois de realizada a operação, o resultado foi tabular com as distâncias de ponto a ponto. Foi necessário fazer um somatório da tabela calculando a distância média de cada edifício agregado para que seguidamente fosse possível unir essa tabela com a interseção realizada anteriormente. Depois da união tabular estar feita foi necessário fazer um novo somatório da distância mas desta vez por cada quadrícula da grelha regular. Assim por fim, foi feito um novo *Join* com a grelha para depois ser mapeado o resultado final. A Figura 4 representa um esquema metodológico para a construção do parâmetro da distância entre edifícios.

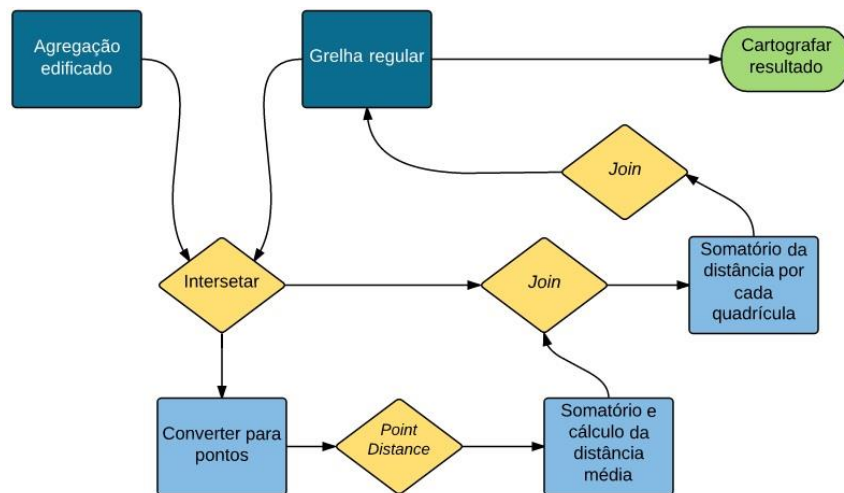
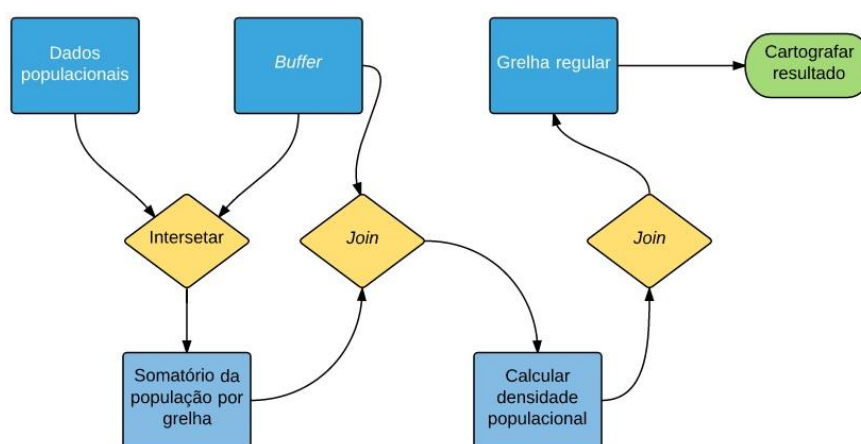


Figura 4 - Esquema metodológico da distância média entre edifícios

Por último foi calculado o parâmetro da densidade populacional com recurso a dados censitários de 2011 à subsecção disponibilizados pelo INE, tendo sido desenvolvido um processo semelhante ao da densidade de edifícios. Foram intersetados os dados populacionais com o *buffer* e na shapefile resultante foi construído um somatório da população por cada quadrícula da grelha regular gerada no início. O resultado deste processo será tabular sendo assim necessário fazer um *Join* com a shapefile do *buffer* para que fosse possível fazer o cálculo final da densidade:

$$DP = \frac{\text{População total}}{\text{Área do } \textit{buffer}} \times 100$$

Assim os valores irão variar entre 0 e 100%, estando os valores mais elevados associados a maiores densidades populacionais. Por fim foi, feito um *Join* com a grelha regular de forma a ser possível cartografar o resultado final (Figura 5).



**Figura 5 - Esquema metodológico da densidade populacional**

Depois das três variáveis estarem devidamente calculadas, é necessário passar para o processo final que visa a identificação das áreas compactas e dispersas nas nossas áreas de estudo. Uma vez que as variáveis têm uma natureza diferente (edifícios e indivíduos), foi necessário normaliza-las, ou seja, converte-las a uma escala comum – processo de uniformização – de forma a ser possível realizar operações entre as 3 variáveis. Previamente

converteu-se as variáveis para um formato matricial/*raster* com uma resolução de 5X5 metros para que a informação não fosse demasiado distorcida.

A variabilidade desta escala uniformizada (0 e 1) deve estar sujeita à mesma lógica. Assim sendo, para as variáveis das densidades de edifícios e populacionais, numa lógica de sustentabilidade os valores mais altos representam áreas mais densas logo mais sustentáveis e valores mais baixos menos densas logo menos sustentáveis. Já a variável das distâncias a escala terá que ser invertida pois quanto menor for a dispersão/distância entre edifícios, maiores benefícios haverá a nível da sustentabilidade de uma área urbana. Na Tabela 13 apresenta-se de forma resumida a uniformização das variáveis numa lógica de sustentabilidade.

Variáveis	0	1
Densidade construída	-	+
Distância média entre edifícios	+	-
Densidade populacional	-	+

**Tabela 13 - Uniformização das variáveis numa lógica de sustentabilidade**

Para a uniformização das variáveis foi utilizada a fórmula mais comum de escalonamento linear:

$$X_i = (R_i - R_{\min}) / (R_{\max} - R_{\min})$$

Em que:

$R_i$  = a variável que queremos uniformizar

$R_{\min}$  = o valor mínimo da variável

$R_{\max}$  = o valor máximo da variável

Para a variável da distância entre edifícios, foi previamente feito o processo de uniformização e de seguida fez-se uma inversão de escala de acordo com a seguinte fórmula:

$$Y_i = \text{ABS} (R_i - 1)$$

Em que:

ABS = valor absoluto de cada célula/quadrícula

$R_i$  = a variável que queremos inverter escala (já uniformizada)

Após este processo de uniformização, o passo final passou por multiplicar todas as variáveis matriciais e devidamente uniformizadas (através da operação *Map Algebra* disponibilizado na ferramenta *ArcGIS*).

Para concluir esta metodologia convém referir ainda que todos os critérios aqui definidos para as três variáveis condicionadas pela capacidade de processamento dos dados. Foram realizadas várias experiências com vários tamanhos de grelhas, com várias agregações do edificado, etc., para que fosse possível definir quais os melhores critérios. Percebemos que quanto maior é a dimensão da quadrícula da grelha maior é a perda de informação. Por outro lado, quanto menor é a dimensão maiores dificuldades se tem no processamento dos dados e nas operações tabulares devido às grandes quantidades de dados contidas nas mesmas. Para isso necessitou-se de considerar um “meio-termo” para cada critério, sabendo que no futuro com a disponibilização de melhores equipamentos e ferramentas, será possível melhorar a aplicação desta metodologia.

Para os municípios do Porto e Gaia também foi aplicada esta metodologia individualmente para compreender quais as dinâmicas presentes nestes dois concelhos mas com critérios diferentes aos da AMP, menos e abrangentes. Sendo assim, definimos uma grelha regular com 100 metros de lado e um *buffer* de 150 metros para cada quadrícula e na agregação do edificado optámos por uma agregação de 25 metros para não perder demasiada informação. Quando convertidos para formato matricial optou-se por um tamanho de célula de 1 metro de lado.

Uma segunda metodologia foi também aplicada nesta dissertação para a caracterização das áreas de estudo relativamente à mobilidade, e características da construção através da



análise de *Clusters*, que irá ser explicada mais à frente. Para a aplicação desta metodologia foi necessária uma recolha de dados à subsecção estatística disponibilizada pelo INE, através da Base Geográfica de Referenciação da Informação (BGRI) relativamente ao ano de 2011. Para a questão da mobilidade os dados foram disponibilizados pelo LabCart.

Após a recolha dos dados foi necessário a criação de uma base de dados para cada área de estudo com os seguintes indicadores (Tabela 14):

Indicadores construídos na Base de Dados das áreas de estudo	
Mobilidade	Automóvel
	Transportes Públicos
	Outros
Materiais de construção	Estruturas de betão armado
	Estruturas de alvenaria com placa
	Estruturas de alvenaria sem placa
	Estruturas de adobe ou alvenaria de pedra solta
	Outros
Época de construção do edificado	Construídos antes de 1919
	Construídos de 1919 a 1960
	Construídos de 1961 a 1980
	Construídos de 1981 a 1990
	Construídos de 1991 a 2005
	Construídos de 2006 a 2011
Edifícios com necessidade de reparação (%)	Percentagem de edifícios com necessidades de reparação (Pequenas, Médias, Grandes e Muito degradados)
Número de pisos	1 ou 2 pisos
	3 ou 4 pisos
	5 ou mais pisos

**Tabela 14 - Lista de indicadores para a base de dados das áreas de estudo**

Depois de construídas as bases de dados independentes para as três áreas de estudo com os 5 indicadores e estipulados os critérios que as definem, foi necessário o cálculo das percentagens para cada subsecção estatística em que para o indicador da mobilidade foi tido em conta a população residente e para os restantes indicadores foi o número total de alojamentos clássicos para cada subsecção estatística.

Findado o cálculo das percentagens foi feita uma análise de *clusters*, que consiste numa análise multivariada que permite classificar os dados em diferentes grupos, baseados nas características de cada dado, utilizando um método numérico. Pretende-se que os dados de cada grupo sejam ou mais homogéneos ou próximos entre si e os mais heterogéneos e distantes com os dados de outros grupos. A análise de *clusters* pode ser feita através de métodos hierárquicos e não hierárquicos, sendo que para esta dissertação foi definida a utilização de métodos não hierárquicos, nomeadamente o *K-means* com recurso à ferramenta *SPSS Statistics*.

Este método parte do pressuposto que para a obtenção de *clusters* será necessário definir à partida o número de grupos que se pretende constituir. Foi feita para cada indicador uma análise com a definição de 2 a 8 *clusters* para ser possível posteriormente definir qual o melhor número adequado de *clusters* a reter. Para isso foi utilizado um método difundido por João Marôco, o critério do R-quadrado. Este é calculado como “sendo a razão entre a soma dos quadrados entre grupos ou *clusters* (em tudo análogo a Soma dos Quadrados do Fator na ANOVA *one-way*) e a soma dos quadrados totais (análogo à Soma dos Quadrados Totais na ANOVA *one-way*) para cada uma das variáveis usadas na análise” (Marôco, 2007: 439). Com este método interessa encontrar um número mínimo de *clusters* que “sustenha uma percentagem significativa da variabilidade total” (Marôco, 2007, p. 440).

## **5. Análise e discussão de resultados**

---

### **5.1 Mobilidade e forma urbana na AMP**

#### **5.1.1 A mobilidade**

A forma urbana e a mobilidade são dois critérios que nós acreditamos que estão relacionados, pretendendo neste subcapítulo demonstrar a relação entre eles. Para isso foram cartografadas as formas urbanas, nomeadamente o compacto e o disperso e a mobilidade com recursos às metodologias apresentadas anteriormente.

Teoricamente, a cidade compacta parte do princípio que densidades elevadas de população, de emprego e de usos, permitem uma menor deslocação dos habitantes, reduzindo a dependência do transporte privado e contribuindo assim para uma melhor qualidade ambiental das áreas urbanas. Por outro lado, as áreas mais dispersas contribuem para um aumento de deslocações de população com recurso ao automóvel. Será isso visível na Área Metropolitana do Porto? E nos municípios do Porto e Vila Nova de Gaia?

Analisando o (Gráfico 3), é possível concluir que a Área Metropolitana do Porto apresenta uma dependência elevada do automóvel como meio de transporte, ou seja, mais de metade da população utiliza o transporte privado para o local de trabalho ou estudo, representando 58,8% em toda a AMP.

De realçar os outros meios de transporte mais suaves, que serão associados à bicicleta e ao andar a pé, que têm uma percentagem baixa de aproximadamente 25%, mas ainda assim com relevância, pois são os meios de transporte mais sustentáveis a nível ambiental. Esta percentagem deve-se provavelmente à proximidade e curta duração de deslocações entre a habitação e o destino (escola ou trabalho). Os transportes públicos têm a menor cotação a nível de utilização de toda a AMP, possivelmente porque o sistema de transportes públicos ainda não está a abranger toda a área e toda a população, optando assim esta pelo automóvel.

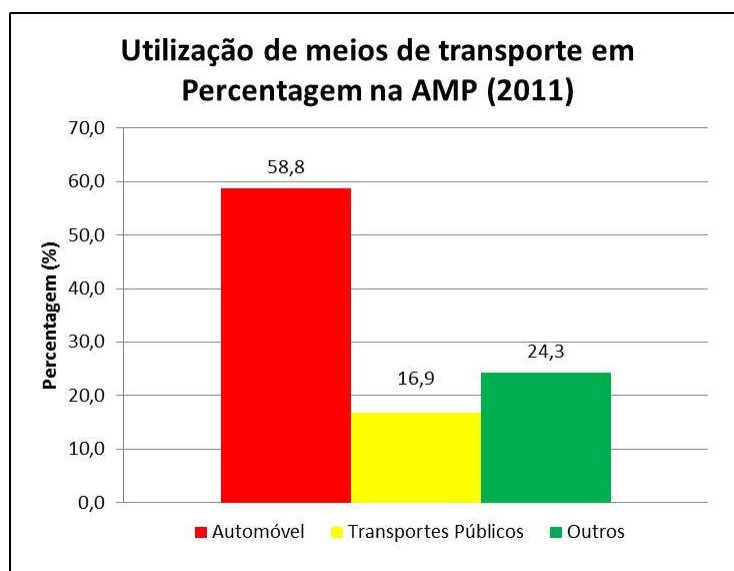


Gráfico 3 - Percentagem de meios de transporte utilizados na AMP (2011)

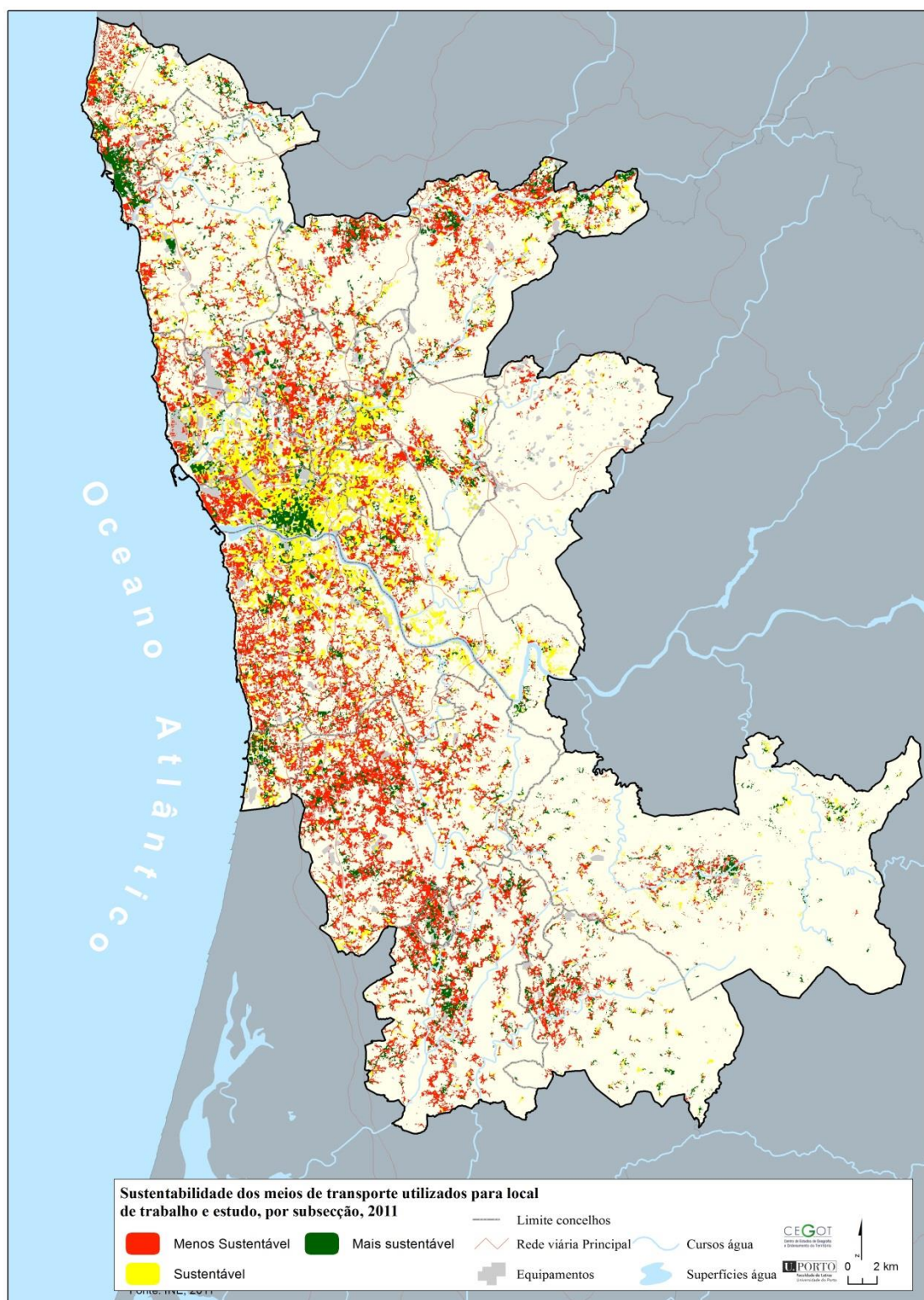
Assim, concluímos que o automóvel tem ainda um peso significativo com o meio de deslocação na AMP, traduzindo-se em consequências ambientais, como a emissão de Gases de Efeitos de Estufa. Segundo os dados da Pordata, representados na Tabela 15, em 2012 o setor dos transportes teve uma representação de aproximadamente 25% da emissão de GEE em Portugal, sendo o segundo setor com emissão mais elevada, com mais 5 pontos percentuais em relação à Europa.

Emissão de Gases de Efeito de Estufa para alguns setores em Portugal e Europa em 2012 (%)						
	Indústrias de energia	Indústrias transformadoras e construção	Transportes	Processos industriais	Agricultura	Resíduos
Portugal	25,3	10,9	24,7	7,6	10,5	11,9
Europa	31	11,7	19,7	7,1	10,3	3,1

Fonte: Pordata

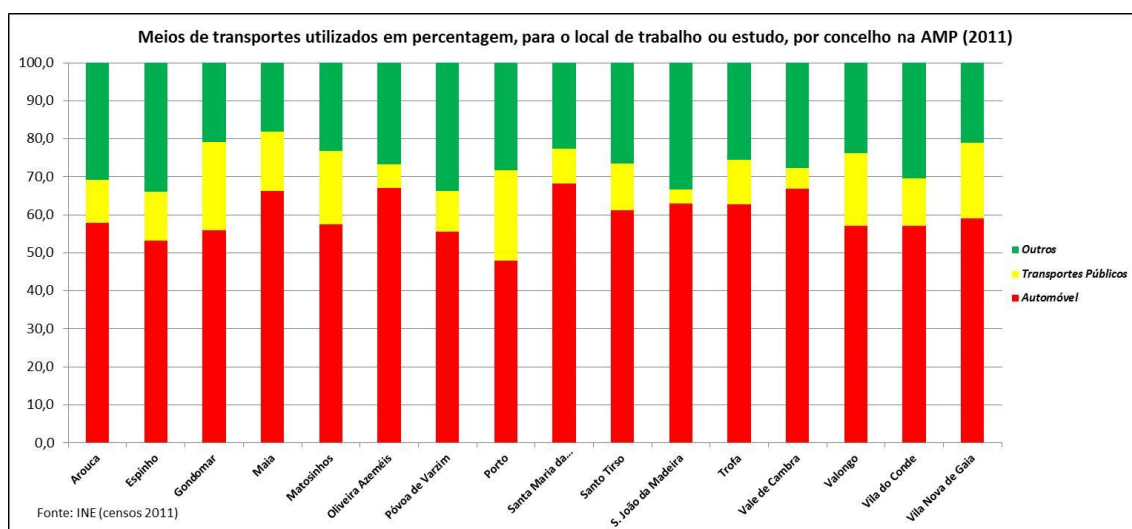
**Tabela 15 - Percentagem de emissão de GEE segundo alguns setores em Portugal e Europa, em 2012**

No Mapa 3, está representada a sustentabilidade dos meios de transporte na AMP. Numa análise mais generalizada, entende-se que é no Porto onde o uso de transportes é mais sustentável, uma vez que é o concelho com uma grande oferta de transportes públicos (metro, autocarro, funicular, elétrico, etc.) e com infraestruturas para ciclovias e pedonais razoáveis. O sistema de transportes públicos abrange toda a área municipal, conseguindo chegar a uma percentagem significativa da população, contribuindo desta forma para a redução do uso dos transportes privados.



**Mapa 3 - Sustentabilidade dos meios de transporte utilizados para o local de trabalho ou estudo (2011)**

Observando o mapa e as percentagens de cada concelho (Gráfico 4) é possível perceber que realmente é o município do Porto com menor dependência, com uma percentagem abaixo dos 50% no que diz respeito à utilização do automóvel. Ainda assim, com um valor bastante elevado para um concelho central na AMP, com um bom sistema de transportes públicos, com uma diversidade nos usos de solo, o que possibilita uma proximidade entre a residência e o trabalho ou o comércio e serviços que potencialmente contribuem para a redução do uso do transporte privado.



**Gráfico 4 - Percentagem dos meios de transporte utilizados para o local de trabalho ou estudo, por concelho na AMP**

Em contraste temos o concelho de Santa Maria da Feira que apresenta uma dependência clara do automóvel, com um valor aproximadamente de 70%. Os concelhos que se encontram na envolvente do Porto encontram-se todos entre os 50 e 60%, ainda com uma dependência elevada, mas olhando para o mapa da sustentabilidade dos meios de transporte (Mapa 3) entende-se que nas proximidades a utilização de transportes sustentáveis é mais recorrente e nas áreas mais afastadas da cidade central são onde as dependências de automóvel são mais visíveis, isto porque o sistema de transportes públicos é provavelmente mais eficiente nas áreas adjacentes.

Por fim, é de realçar Espinho, Póvoa de Varzim e São João da Madeira, pois são municípios com uma maior representatividade percentual no que diz respeito a outros meios de transporte, isto porque são áreas urbanas mais pequenas e consolidadas, onde a população se concentra maioritariamente na cidade, contribuindo para uma maior proximidade da população aos centros de emprego, formação ou de comércio ou lazer, e assim reduzirem a dependência do automóvel.

### **5.1.2 Forma Urbana**

Após esta análise ao indicador da mobilidade, afinal como é que se relaciona esta informação com a forma urbana?

Faremos primeiro uma análise à forma urbana da Área Metropolitana do Porto e só de seguida irá ser analisada a sua relação com a mobilidade. Como foi dito anteriormente nos processos metodológicos no subcapítulo 4.3, para avaliarmos o compacto e o disperso na AMP foram definidos previamente parâmetros que em conjunto contribuem para a definição da forma urbana compacta e dispersa. Foram assim definidos tendo em conta o artigo de Jochen Jaegar (2014) a densidade populacional, a densidade do edificado e a distância entre edifícios.

Analisando o primeiro parâmetro da densidade populacional que está representado no Mapa 4, percebemos que a maior densidade se concentra no concelho do Porto e nas áreas envolventes pertencentes aos concelhos limítrofes: Matosinhos, Maia, Valongo, Gondomar e Gaia. Também com uma densidade elevada aparecem as cidades da Póvoa de Varzim e Vila do Conde. À medida que nos afastamos da cidade central e das suas proximidades, a densidade populacional vai diminuindo, aparecendo pequenas manchas de concentração populacional com alguma expressão como São João da Madeira, Santa Maria da Feira, Santo Tirso e Trofa.

Já a densidade de edifícios entendemos, ao analisar o Mapa 5, que mais uma vez a maior concentração é sobretudo no município do Porto e nas proximidades. De realçar a faixa costeira desde Matosinhos até Espinho com uma expressão significativa neste parâmetro muito pela atratividade residencial destes locais litorais onde se regista uma maior construção de edifícios. Também se evidencia nas cidades de Póvoa de Varzim e Vila do Conde, com grande



expressividade pelos mesmos motivos que os anteriores. Para os concelhos mais distanciados, percebemos que a densidade não se alastra por todo o município mas sim nas sedes concelhias, porque é onde se concentra mais a população.

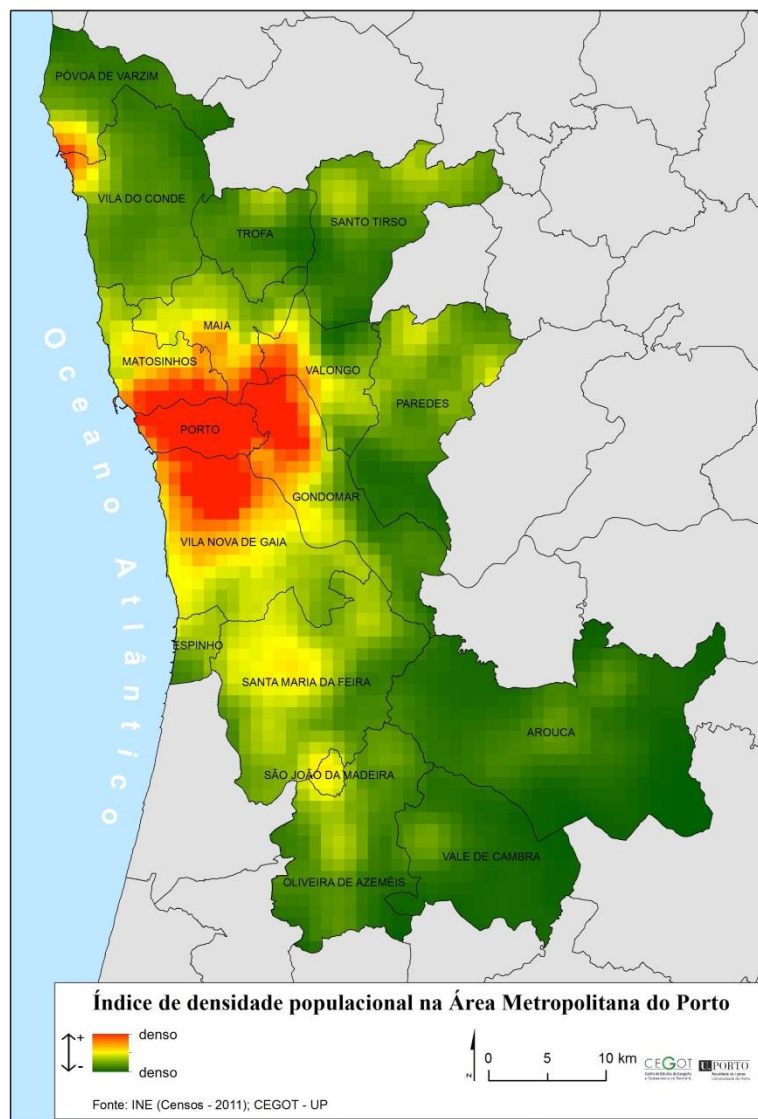
Por fim, o último parâmetro desta pesquisa representado Mapa 7, retrata a distância entre edifícios. É possível compreender que a maior concentração de edifícios (distância entre edifícios mais curtas), encontra-se sobretudo onde há maior densidade populacional e de edifícios. Uma maior dispersão aparece onde existe menor expressão destes dois parâmetros.

Na conjugação destes 3 parâmetros é possível identificar na AMP formas urbanas, nomeadamente mais ou menos compactas e dispersas. Observando o Mapa 6, existe uma clara compactação no município do Porto, um núcleo urbano consolidado, isto porque é o polo central da AMP, com uma diversidade de usos de solos, com densidades elevadas de população e concentração de atividades de negócio e empregos, que contribuem para que se torne uma área atrativa para a população e atividades, trazendo benefícios ambientais para o meio urbano, ainda que seja uma área com perda populacional desde 1991.

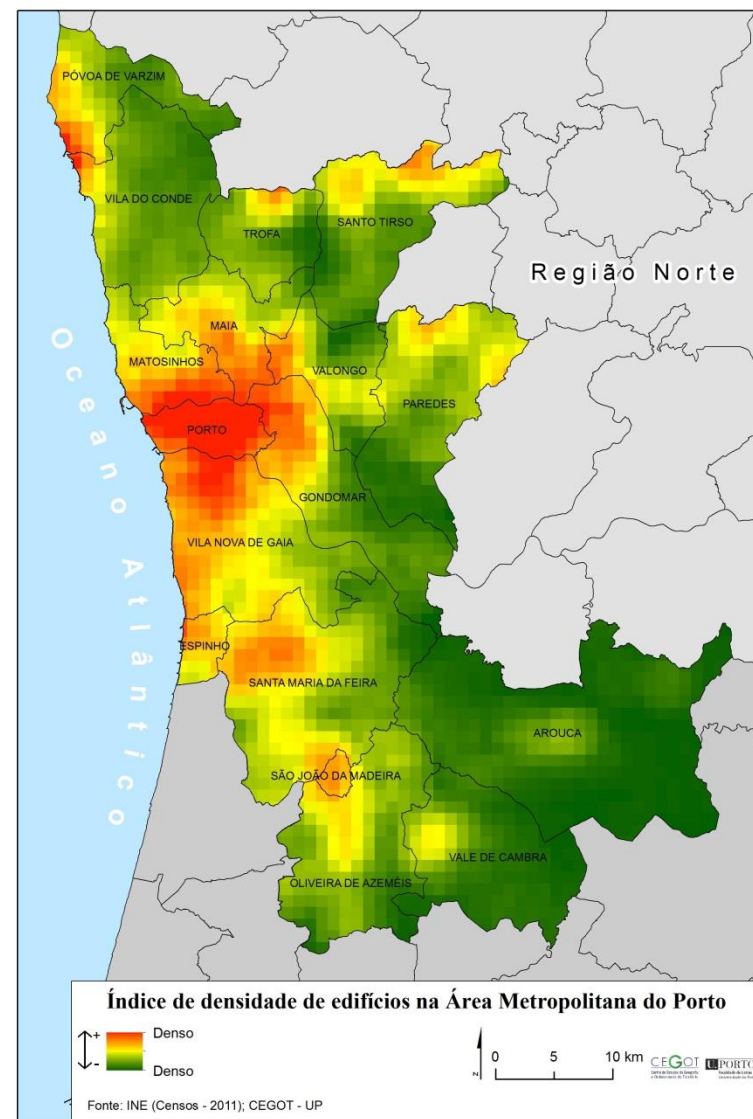
Adjacentes a esta primeira coroa, surgem os territórios com manchas difusas caracterizadas por população dispersas e de baixa densidade de edifícios, caracterizando assim a forma urbana expansiva. Surgem também aqui territórios que vão ganhando expressividade como novos núcleos urbanos, que contribuem para a valorização da AMP como um sistema urbano policêntrico.

São João da Madeira e Santa Maria da Feira são exemplos de núcleos urbanos que emergiram nestes últimos anos e como se pode ver no mapa têm expressividade. São estes que vão permitir uma melhor estruturação e desenvolvimento do sul da AMP, contribuindo para a valorização do sistema urbano policêntrico e coeso. Isto vai ao encontro do que é afirmado no PROT-N, visando a “promoção do policentrismo, que deve assentar no aprofundamento dos relacionamentos entre áreas urbanas, quer do mesmo nível hierárquico quer de níveis diferentes, tendo em vista a promoção de complementaridades e o desenvolvimento de sinergias entre as estratégias urbanas, gerando densidade relacional, coesão e competitividade supramunicipal e regional” (PROT-N, 2009, p. 33).

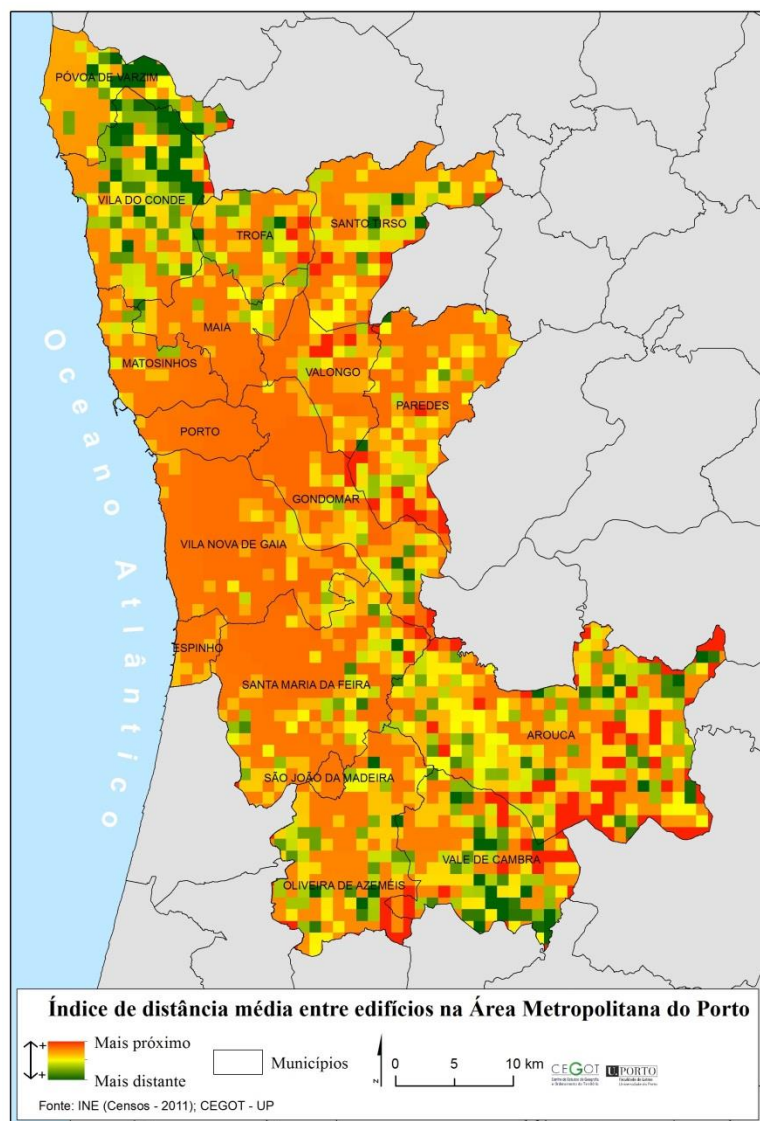




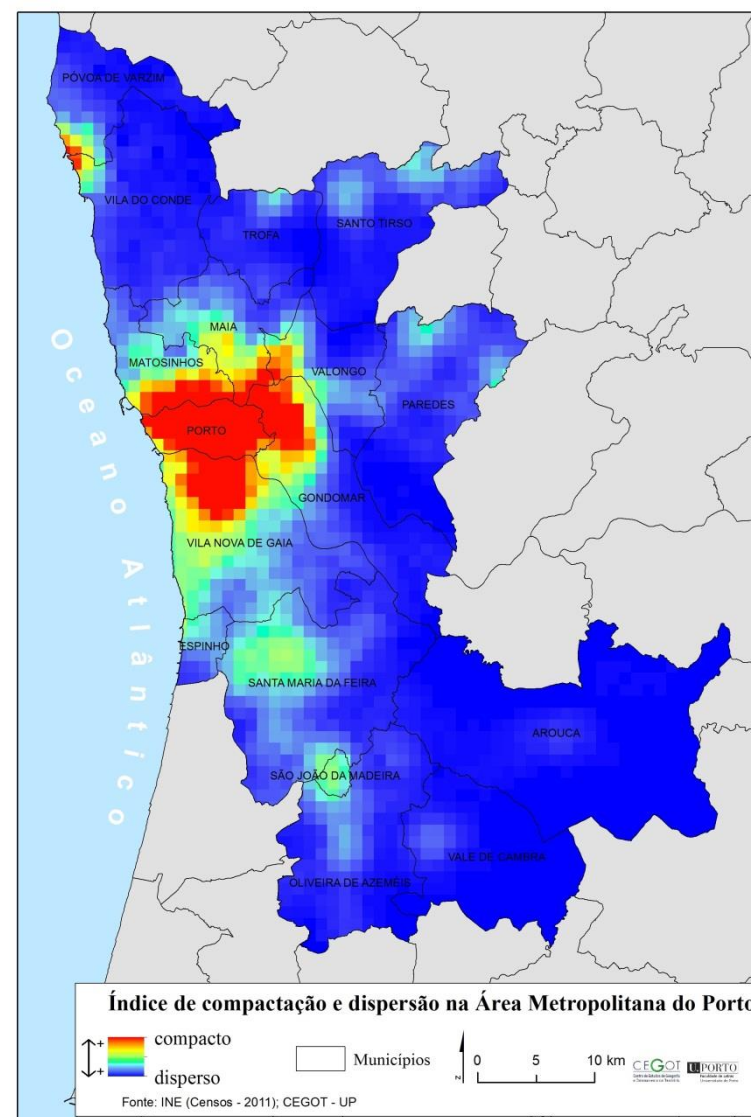
Mapa 4 - Índice de densidade populacional na AMP



Mapa 5 - Índice de densidade de edifícios na AMP



**Mapa 7 - Índice da distância média entre edifícios na AMP**



**Mapa 6 - Índice de compactação e dispersão na AMP**

### **5.1.3 A relação da mobilidade e a forma urbana**

Interessa verificar se depois de analisados individualmente os indicadores da mobilidade e da forma urbana, existem relações entre estes dois indicadores e se são visíveis cartograficamente? Visualizando os dois mapas (Mapa 3e Mapa 6) lado a lado, entendemos que há uma relação entre a mobilidade e a compactidade que vai de encontro com a teoria da cidade compacta. Maiores densidades e diversidade de usos de solo, com o devido planeamento das áreas urbanas, permitem uma redução da dependência do automóvel uma vez que a proximidade possibilita a diminuição de distância origem – destino.

São as áreas mais compactas que demonstram uma menor dependência do automóvel, com uma maior utilização de meios de transporte mais sustentáveis, como os transportes públicos e outros meios, contrariando assim as várias críticas à cidade compacta, nomeadamente quando se afirma que não tem qualquer influência no meio de transporte utilizado e que pode aumentar até a dependência dos transportes privados nas áreas urbanas.

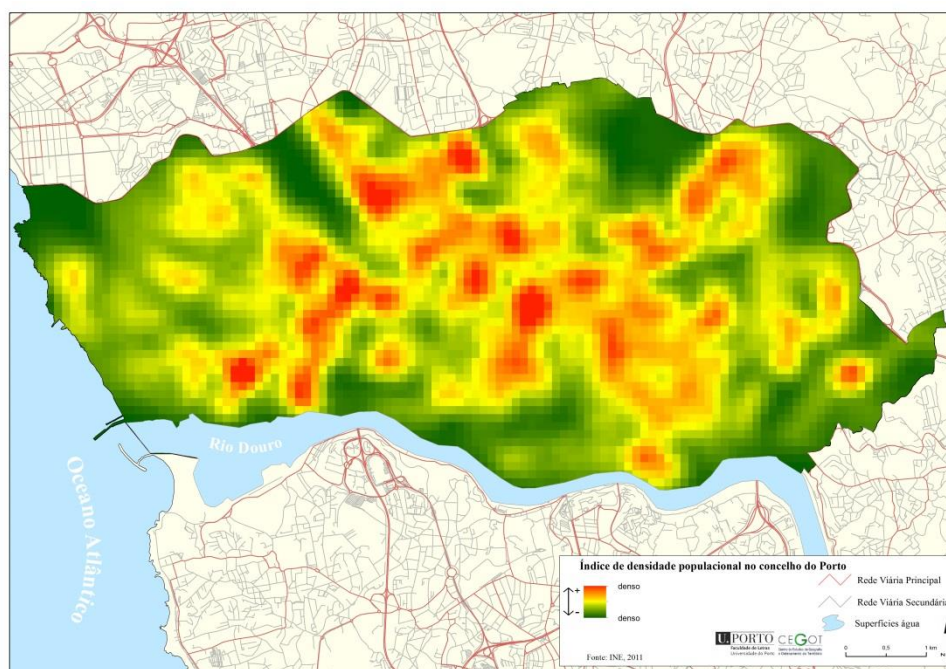
Podemos concluir que a dependência do automóvel é sim visível mas em áreas mais afastadas aos núcleos urbanos, áreas caracterizadas por baixas densidades e com fragmentação do edificado. O que se assiste na AMP vai ao encontro ao que os autores Newman & Kenworthy afirmam em 1989, em que o consumo de gasolina aumenta quando as densidades são mais baixas, uma vez que as distâncias percorridas serão maiores devido à dispersão do edificado, tornando as viagens com meios de transporte mais sustentáveis praticamente impossíveis (Newman & Kenworthy, 1989).

São áreas que provavelmente não têm ainda um bom sistema de transportes públicos que inclua toda a área e toda a população e também porque dentro da AMP existem boas infraestruturas de rede viária que permitem uma ligação rápida dessas áreas mais afastadas aos vários centros urbanos, contribuindo assim para a dependência do automóvel nas áreas mais dispersas. No plano territorial de desenvolvimento da AMP pode-se ler mesmo que “ nas zonas mais interiores, de baixos níveis de procura não permitem o estabelecimento de transportes com

o mínimo de eficiência económica, criando-se um ciclo vicioso de recurso ao Transporte Individual que impede o crescimento da procura do Transporte Coletivo” (AMP, 2008, p. 98).

## 5.2 Forma urbana e mobilidade no Porto

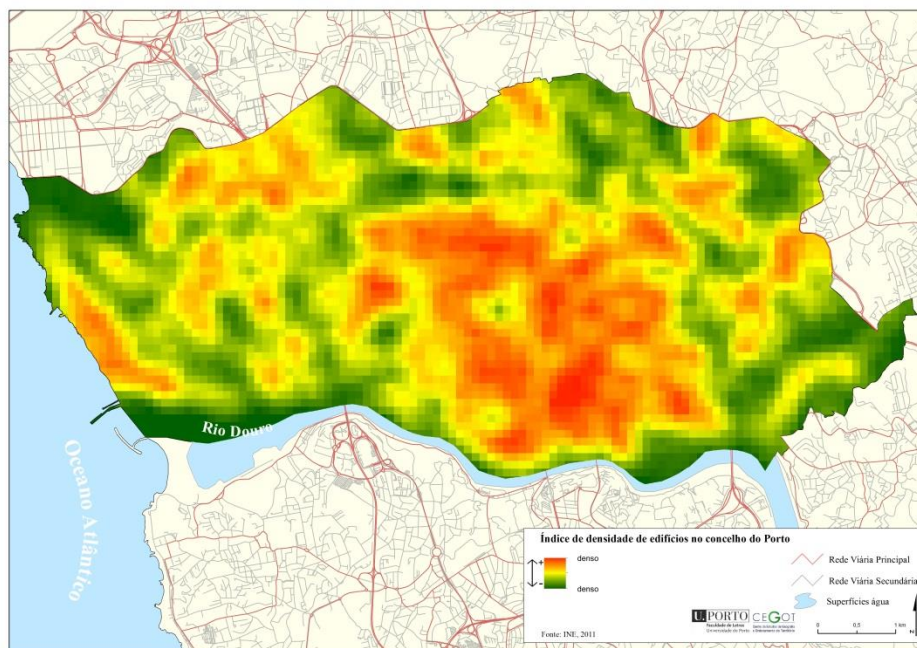
Terminada a análise à escala da AMP, segue-se agora uma análise aos vários parâmetros e à forma urbana, nomeadamente para os concelhos do Porto e Vila Nova de Gaia. Quanto à densidade populacional, o concelho do Porto revela-se com um centro histórico com uma densidade populacional baixa e também com a área ribeirinha e faixa costeira com baixas densidades. A população concentra-se sobretudo, em áreas com boas acessibilidades quer rodoviárias quer multimodais (metro, elétrico, etc.) (Mapa 8).



**Mapa 8 - Índice de densidade populacional no concelho do Porto**

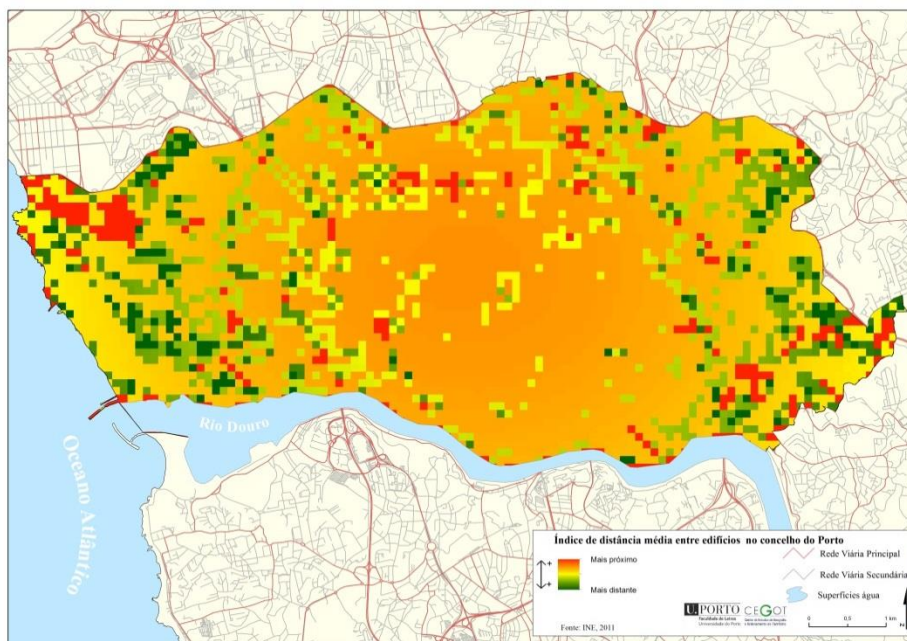


Quanto à densidade de edifícios, é curiosamente o contrário da densidade populacional. As densidades mais elevadas são precisamente no centro histórico e na faixa litoral do concelho. A mancha alastra-se sobretudo para as áreas envolventes ao centro histórico indo ao encontro das áreas com maiores densidades populacionais (Mapa 9).



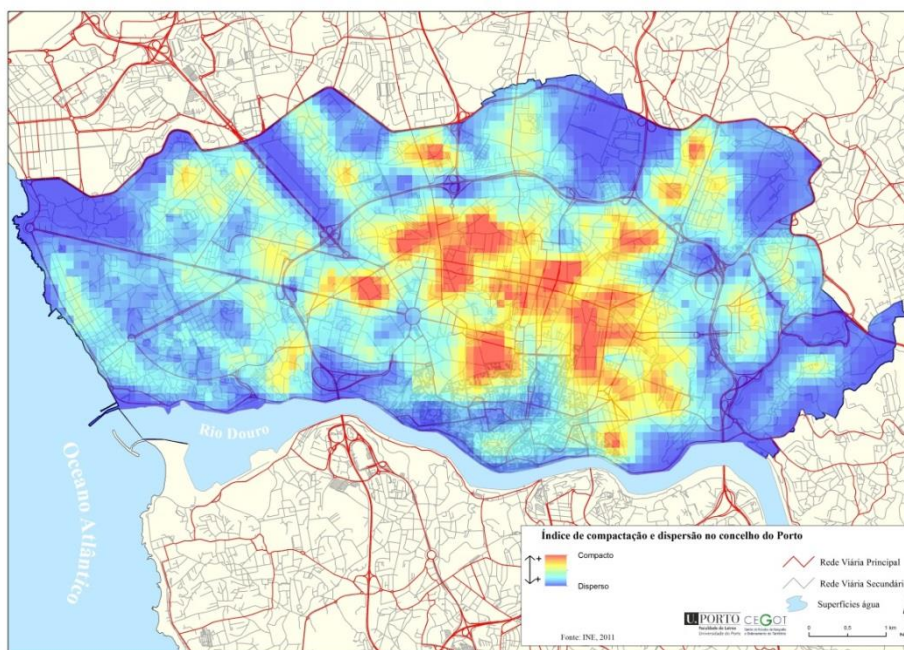
**Mapa 9 - Índice de densidade de edifícios no concelho do Porto**

Por fim quanto à distância entre edifícios, no município do Porto não há índices de dispersão elevados, no entanto é no centro histórico e nas áreas envolventes onde há uma maior concentração de edifícios. Quando nos afastamos destas áreas surgem pequenas manchas de edifícios mais dispersos mas com pouca relevância neste parâmetro (Mapa 10).



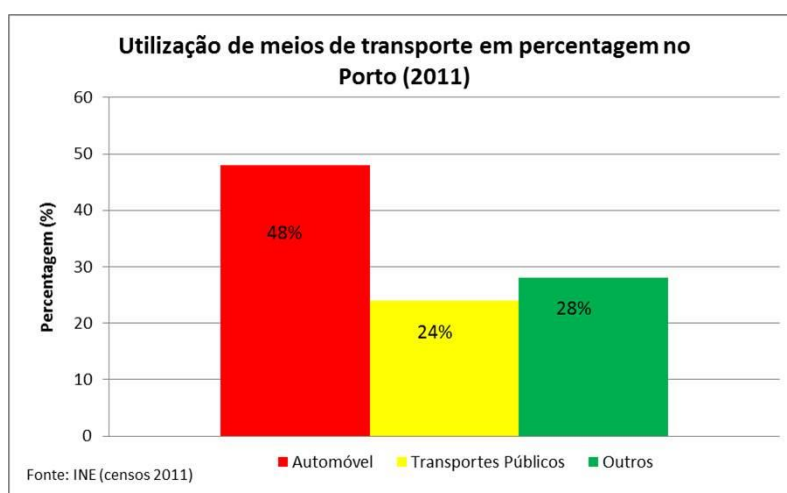
**Mapa 10 - Índice de distância média entre edifícios no concelho do Porto**

Na multiplicação destes três parâmetros temos a forma urbana onde é possível identificar áreas compactas e dispersas. Observando o Mapa 11, o Porto é um concelho compacto por toda a área concelhia. As áreas com menor índice de compactação, ou seja, mais dispersas são consideradas os equipamentos que não foram considerados neste projeto.



**Mapa 11 - Índice de compactação e dispersão no concelho do Porto**

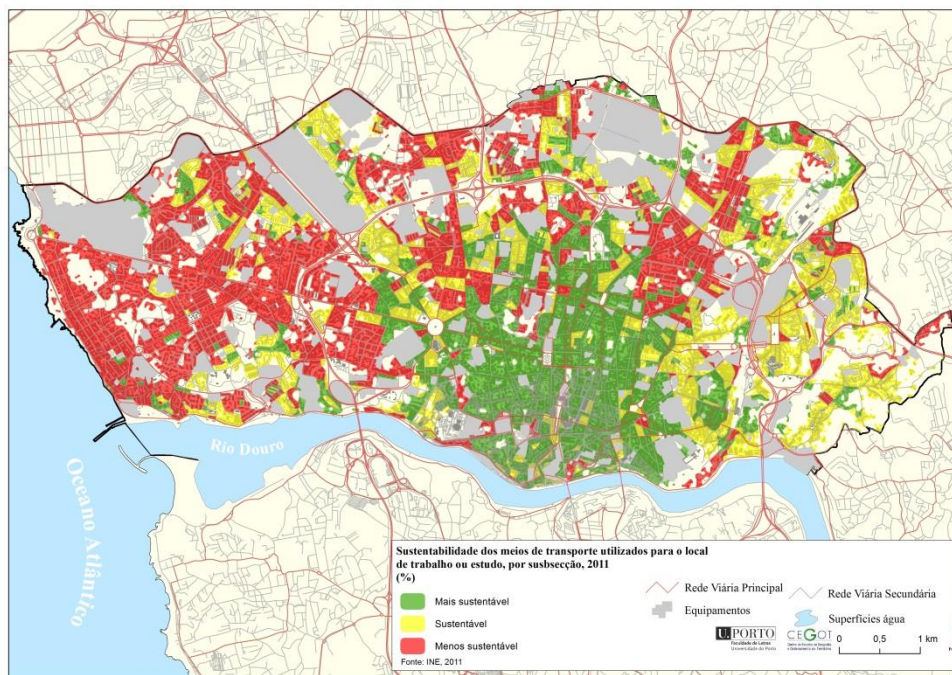
Sabemos que o município do Porto tem índices elevados de compactação, mas queremos agora entender como se relaciona a mobilidade com este fato. No concelho do Porto menos de metade da população utiliza o automóvel para se deslocar para o trabalho ou estudo (Gráfico 5), estando os restantes 52% atribuídos aos transportes sustentáveis, nomeadamente 24% aos transportes públicos e 28% a outros meios de transporte (como exemplo o andar a pé ou bicicleta).



**Gráfico 5 - Percentagem de meios de transporte utilizados no Porto (2011)**

O centro histórico e áreas envolventes têm uma boa percentagem de população que estuda ou trabalha a utilizar meios de transporte mais sustentáveis (Mapa 12). São áreas com um bom índice de compactação, que permite a proximidade da população da sua residência aos locais de trabalho ou estudo assim como também aos vários setores económicos presentes neste concelho. Além disso, são áreas suportadas por um sistema de transporte público que permite à população movimentar-se de forma mais sustentada não dependendo do automóvel, e assim contribuir para a melhoria da qualidade de vida e do meio ambiente.





**Mapa 12 - Sustentabilidade dos meios de transporte utilizados para o local de trabalho ou estudo, no Porto em 2011**

Nas áreas adjacentes ao centro histórico e envolvente dominam os transportes menos sustentáveis, nomeadamente na União de freguesias de Aldoar, Foz do Douro e Nevogilde. É uma freguesia que tem um índice de compactação com alguma significância e também com um sistema de transportes coletivos que abrange toda a área. Esta é uma freguesia que se localiza na faixa litoral do município, em que a qualidade de vida e os padrões sociais são mais elevados, estando a utilização do automóvel relacionado com as preferências da população como meio de deslocação.

Por fim os transportes “Sustentáveis” alastram-se por todo o concelho, não tendo um papel dominante no Porto, comparativamente às outras duas categorias. As subsecções onde dominam os transportes sustentáveis são aquelas que se localizam nas proximidades das linhas de metro e na freguesia de Campanha, onde a linha de comboio juntamente com a linha de metro e autocarros faz desta freguesia com um bom sistema de transportes públicos.

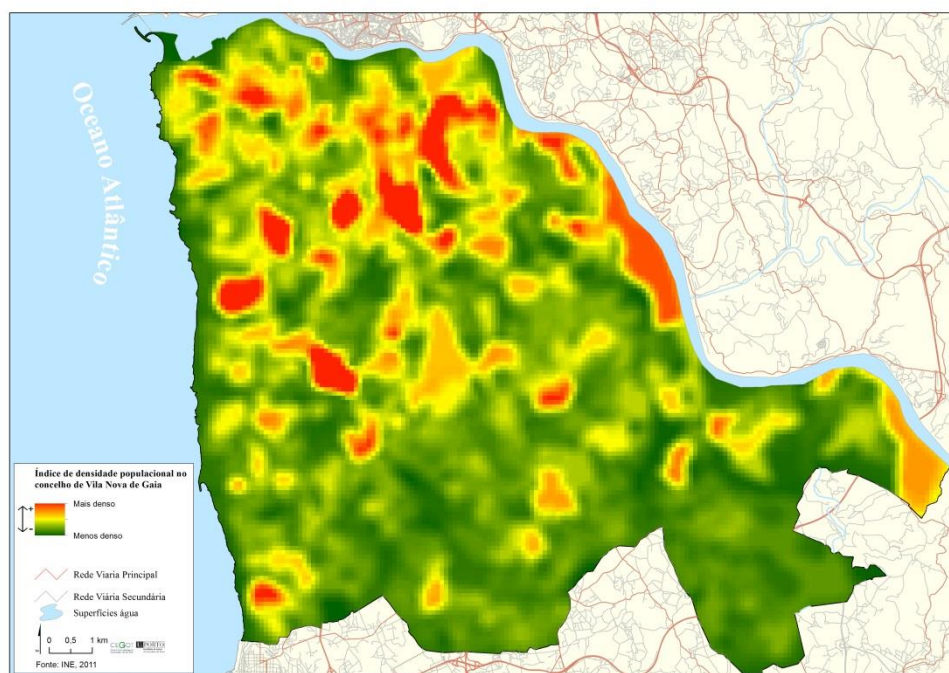
Concluindo, o Porto é um concelho compacto, onde a população onde reside nas áreas mais compactas do município preferem os meios de transporte mais sustentáveis para se



desloquem para o trabalho e ou estudo devido à proximidade e à diversidade de usos de solo nestas áreas. Afastando-nos destas áreas a população tem preferência pela utilização de meios menos sustentáveis como o automóvel mesmo sendo compactas e com diversidade de usos de solo, e com um bom sistema de transportes públicos que abrange estas freguesias.

### 5.3 Forma urbana e mobilidade em V. N. Gaia

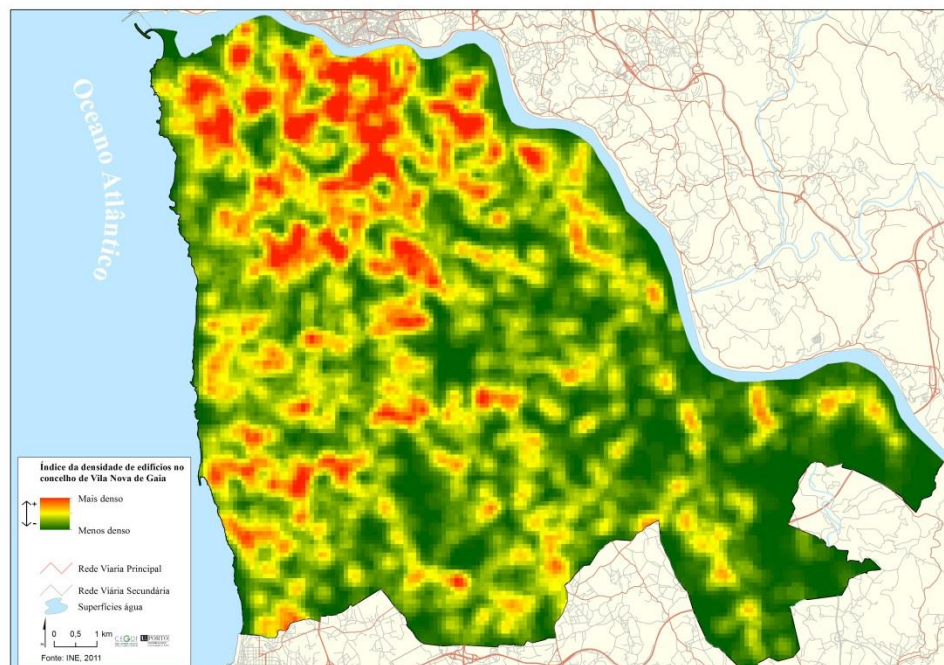
Vila Nova de Gaia é um concelho com diferenças significativas relativamente ao Porto. É um município onde a população se concentra a norte do concelho, na área ribeirinha e no centro histórico. À medida que nos afastamos destas áreas a densidade populacional vai diminuindo, surgindo pequenas manchas com elevadas densidades populacionais (Mapa 13).



Mapa 13 - Índice de densidade populacional em V. N. Gaia

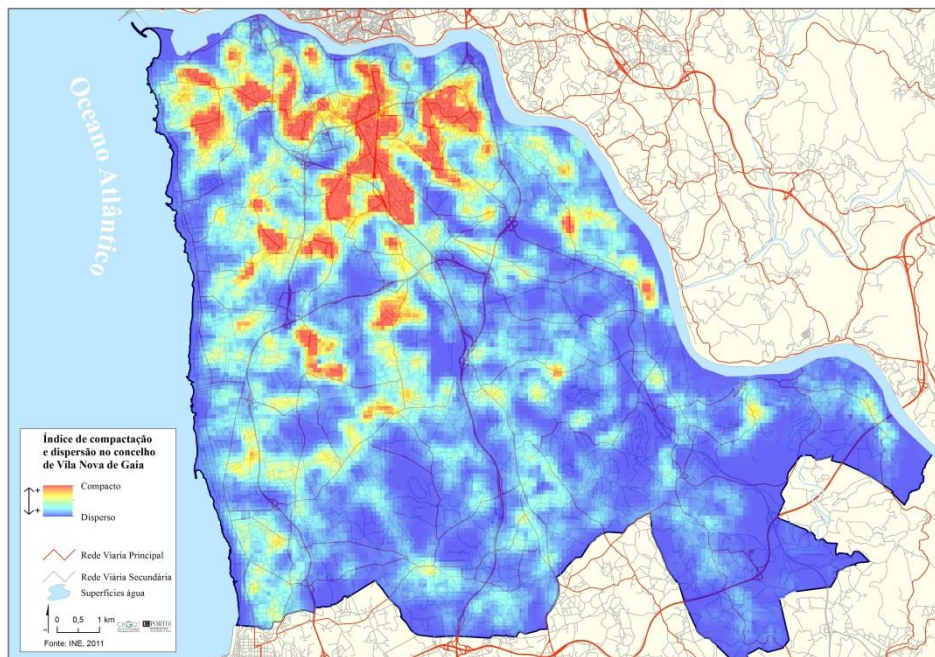
Quanto à densidade de edifícios, entendemos que Gaia é um concelho onde a maior densidade se localiza a Norte do concelho, também porque é onde se localiza grande parte da população. Neste parâmetro a densidade de edifícios acompanha também a faixa costeira deste município, isto porque é uma área atrativa para a construção devido à proximidade marítima. Á

medida que nos afastamos destas áreas, a densidade de edifícios vai diminuindo com algumas manchas mais densas (Mapa 14).



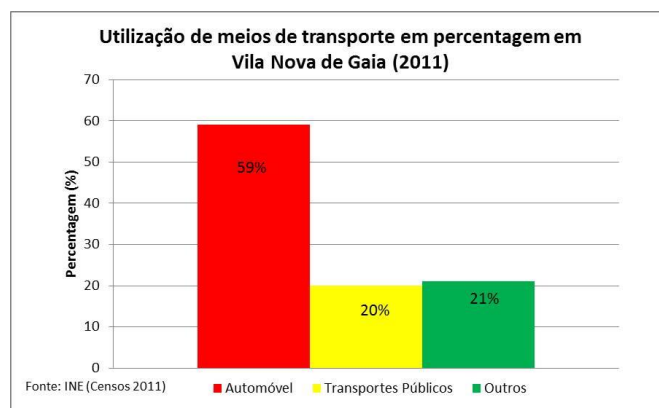
**Mapa 14 - Índice de densidade de edifícios em V. N. Gaia**

Na conjugação dos três parâmetros é possível identificar áreas compactas e dispersas no concelho de Vila Nova de Gaia (Mapa 15). As áreas compactas são sobretudo a norte do concelho onde há uma maior densidade de populacional e de edifícios. À medida que nos afastamos do centro histórico e áreas ribeirinhas a forma urbana é mais dispersa, com algumas manchas que indicam a compactação. Enquanto no concelho do Porto é marcado pela compactação por todo o concelho, em Gaia já não é visível essa forma urbana. Tal como foi dito anteriormente, o concelho de Gaia ainda tem uma taxa de urbanização bastante diminuta comparativamente com o Porto.



**Mapa 15 - Índice de compactação e dispersão em V. N. Gaia**

Interessa-nos agora relacionar esta forma urbana presente no concelho de Vila Nova de Gaia com o indicador da mobilidade. Os comportamentos populacionais quanto aos meios de transportes utilizados para o local de trabalho ou estudo são bastante diferentes comparativamente ao concelho do Porto, com mais de metade da população (59%) a preferir o automóvel como meio de transporte (Gráfico 6). Os transportes públicos e outros têm uma representação de 20% e 21% respetivamente, valores abaixo comparativamente ao concelho do Porto.



**Gráfico 6 - Percentagem de utilização dos meios de transporte em V. N. Gaia (2011)**

É um concelho que mais de metade da população utiliza transportes *menos sustentáveis*, como o automóvel, sobretudo nas áreas mais dispersas. Assim entende-se que as áreas com baixos níveis de densidades de edifícios e populacionais, e com usos de solo mais fragmentados a utilização de transportes privados como meios de deslocação são mais evidentes. Gaia é um concelho que tem uma boa infraestrutura de acessibilidades, nomeadamente rodoviários o que contribui para que a população que se encontra mais distante ao centro urbano utilize o automóvel como meio de transporte. Isto é perceptível uma vez que as subsecções estatísticas dispõem-se nas proximidades da rede viária.

Quanto aos transportes *mais sustentáveis*, estão representadas mais dispersas pelo concelho, nomeadamente em núcleos com densidades mais elevadas e consequentemente mais compactas. Por fim, os *transportes sustentáveis* estão concentrados sobretudo onde há uma maior compactação das áreas urbanas no concelho de Gaia, ou seja, no centro histórico e alonga-se pelas áreas ribeirinhas. Os transportes sustentáveis, nomeadamente o transporte público que se verifica nestas áreas deve-se sobretudo pela compactação destas áreas urbanas, e pela existência de um bom sistema de transportes que se articula com o concelho do Porto, permitindo à população movimentar-se sem a necessidade do automóvel.

Concluindo, o concelho de Vila Nova de Gaia tem um núcleo de compactação nomeadamente no centro histórico e que se alonga pelas áreas ribeirinhas, e à medida que nos afastamos os níveis de dispersão vão aumentando. É nas áreas mais compactas que os meios de transporte utilizados são sustentáveis com o domínio dos transportes públicos, e assiste-se a uma dependência do automóvel nas áreas mais dispersas.

## **5.4 O parque edificado**

Neste subcapítulo iremos analisar a construção na AMP, e nos concelhos do Porto e Gaia, para tentar perceber como se caracteriza o parque edificado nas nossas áreas de estudo. Sabemos que uma cidade compacta traz benefícios ambientais e sociais para a população mas como se comportam os edifícios nestas áreas? São esses edifícios sustentáveis a vários níveis (indicadores), e quais os contributos para a forma urbana?

Estes indicadores são variáveis que caracterizam os edifícios e foram construídos com base no número total de alojamentos clássicos por subsecção estatística, pois é a informação disponibilizada pelo INE.

Num plano mais generalizado (Gráfico 7), a AMP tem no seu total 418 038 edifícios relativamente ao ano de 2011, o que representa aproximadamente 35% dos alojamentos clássicos em toda a Região Norte. A AMP é a NUT III que concentra um maior número populacional relativamente às restantes sub-regiões, daí o número de alojamentos clássicos ser também bastante representativo na área metropolitana.

Quanto aos municípios do Porto e V. N. Gaia existe uma discrepância no total entre os dois, sendo o que o Porto está em clara desvantagem, representando apenas 10% do total de alojamentos clássicos de toda a AMP. Já o concelho de Gaia é o que possui um maior número total de alojamentos clássicos, representando 15% de toda a AMP, pois tem ganhado peso a nível populacional, contribuindo para o número elevado de alojamentos clássicos.

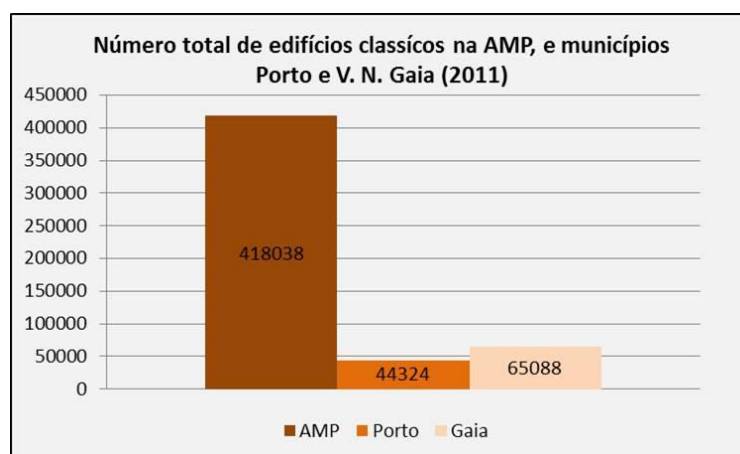


Gráfico 7 - Número total de edifícios na AMP, Porto e V. N. Gaia em 2011

#### 5.4.1 Época de construção

Relativamente à época de construção dos edifícios, e observando o Gráfico 8, percebemos que na AMP existe ainda uma grande percentagem de alojamentos antigos (todos aqueles antes de 1980<sup>21</sup>), representando aproximadamente 56% do total de alojamentos de toda

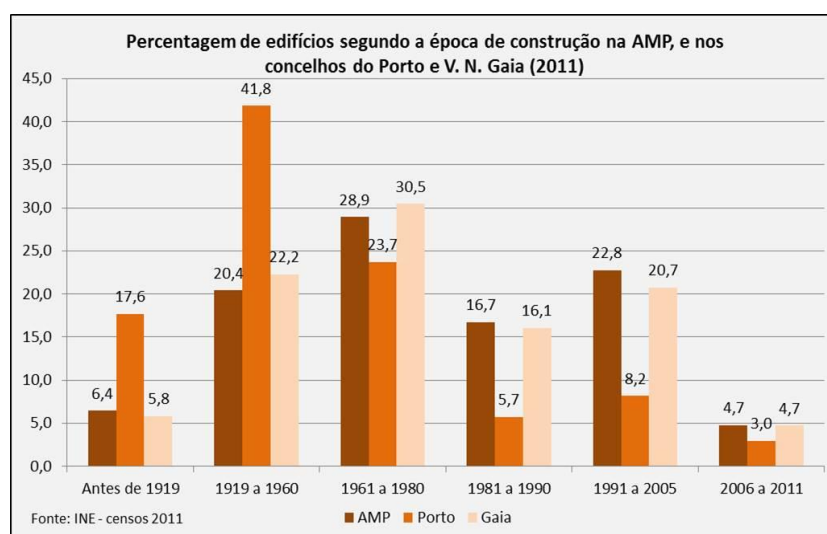
<sup>21</sup> Recomendações relativa ao concurso para os planos estratégicos de desenvolvimento urbano 2020 (PEDU)



a AMP. Isto demonstra que esta área é ainda caracterizada pelo domínio dos alojamentos envelhecidos, a necessitar reabilitação, de forma a tornar-se numa área mais atrativa para a população com edifícios mais sustentáveis e com maiores níveis de conforto.

Quanto aos concelhos do Porto e Gaia, o primeiro é um município claramente envelhecido no que diz respeito a este indicador, pois apenas 16,9% do seu total foi construído após 1980. O Porto tem um número significativo de edifícios com necessidades, uma vez que este é um concelho que atualmente sofre de perda populacional e de envelhecimento dos alojamentos contribuindo para o decréscimo populacional e de atividades em vários setores.

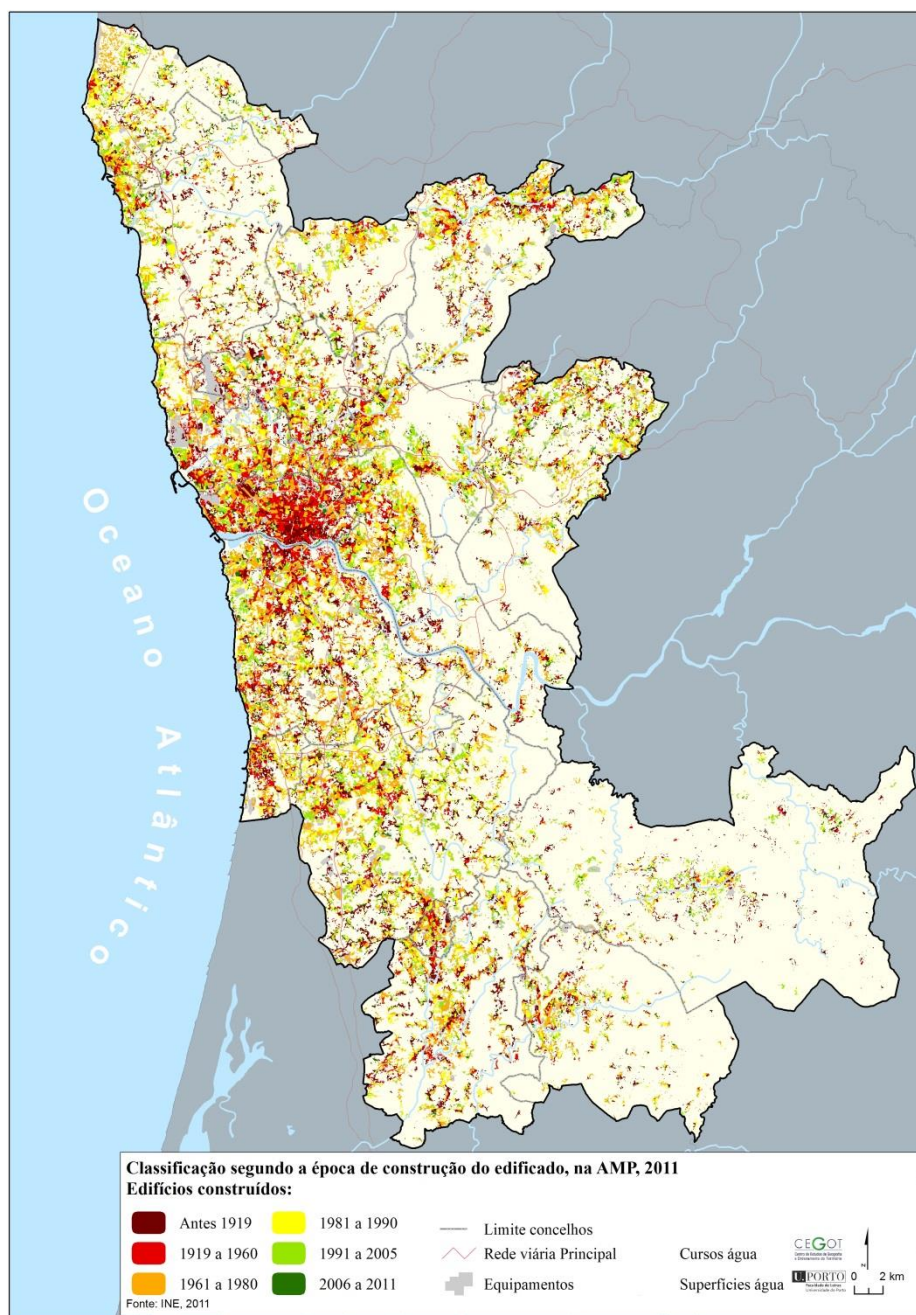
Já V. N. Gaia é um concelho que tem um parque também relativamente envelhecido, embora comparativamente com o Porto é um concelho com edifícios mais recentes, representando cerca de 42% dos alojamentos construídos depois de 1980. É um município que mantém um equilíbrio quanto a edifícios antigos e recentes, com a classe *Antes 1919* já com pouca representatividade (5,8%), enquanto no Porto esta é uma classe ainda com um valor significativo (17,6%).



**Gráfico 8 - Percentagem de edifícios segundo a época de construção na AMP, Porto e V. N. Gaia (2011)**

E como se comporta este indicador espacialmente? Observando o Mapa 16 que representa a época de construção da AMP, o que salta mais à atenção é o Porto e Gaia a dominar a classe *Antes de 1919*, mas que irão ser analisados mais à frente ao pormenor. Nos restantes

municípios da AMP não há um padrão claro como os dois concelhos mencionados anteriormente, existindo na área metropolitana uma mescla dos vários anos dos alojamentos clássicos representados para cada concelho.

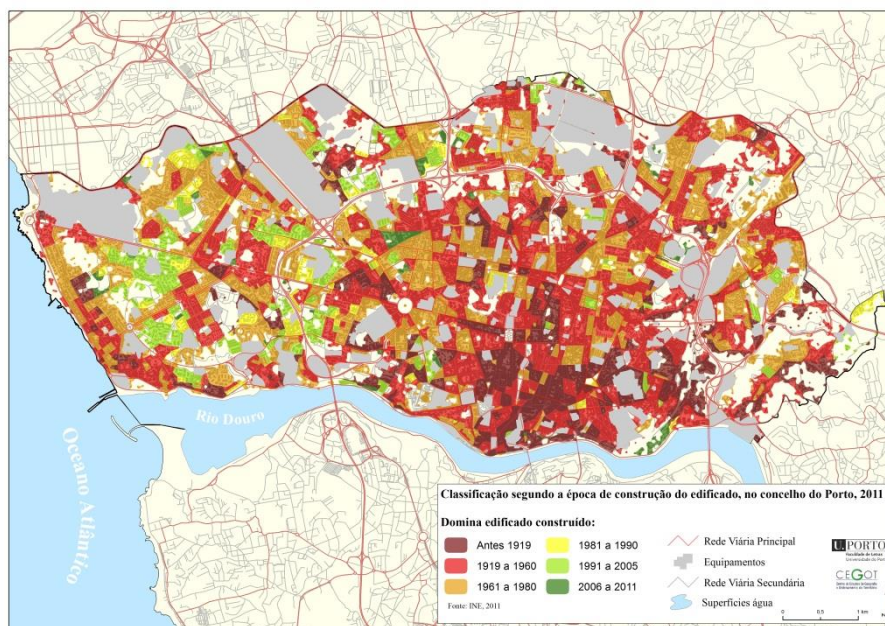


**Mapa 16 - Época de construção do edificado, por subsecção estatística na AMP em 2011**

Analisando o Mapa 17e Mapa 18 que representa este indicador para os concelhos do Porto e Gaia, respetivamente, entendemos que existem divergências e assimetrias territoriais. Analisando o caso do Porto, é possível constatar que existe uma primeira coroa bastante envelhecida onde se encontram os edifícios maioritariamente antes de 1919 que está associado ao centro histórico do Porto.

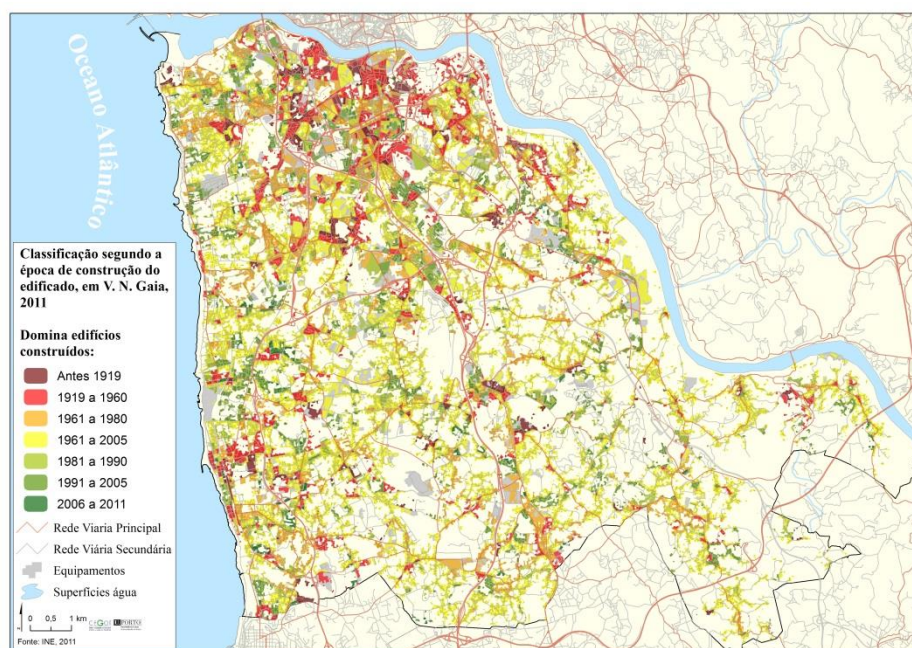
As áreas adjacentes a esta primeira coroa, nomeadamente no interior do concelho do Porto e que se alastram para a área costeira (Foz do Douro), apresentam também um edificado antigo, sobretudo construído entre 1919 até 1980. Os edifícios mais recentes estão maioritariamente localizados nas áreas envolventes ao parque da cidade, uma área atrativa para a fixação da população e construção de novos alojamentos clássicos.

Já em Vila Nova de Gaia (Mapa 18), tal como no Porto, o centro histórico e zona ribeirinha são áreas edificadas mais antigas, com alojamentos clássicos construídos sobretudo entre 1919 a 1960. O período que maior representatividade tem situa-se entre 1961 a 1980, com construções mais ou menos dispersas por toda a área concelhia. A costa litoral de Gaia é uma área que embora conte com a presença de edifícios relativamente antigos, apresenta também um forte domínio de edifícios recentes, tendo esta área uma grande concentração de edifícios construídos depois de 1980.



**Mapa 17 - Época de construção do edificado no concelho do Porto em 2011**



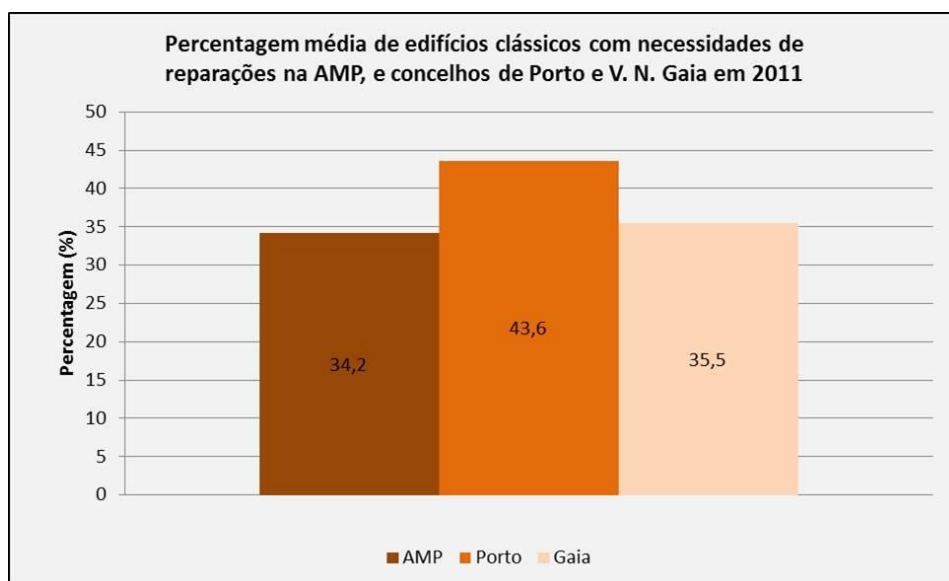


**Mapa 18 - Época de construção do edificado no concelho de V. N. Gaia em 2011**

#### **5.4.2 Estado de conservação e necessidade de reparação**

Ao indicador época de construção está associado outro indicador, nomeadamente o estado de conservação e as necessidades de reparação, ou seja quanto mais antigo for um edifício, maior será a degradação e a maior a necessidade de reabilitação. Este indicador representa em percentagem os edifícios clássicos com necessidades de realizar pequenas, médias e grandes reparações e edifícios muito degradados.

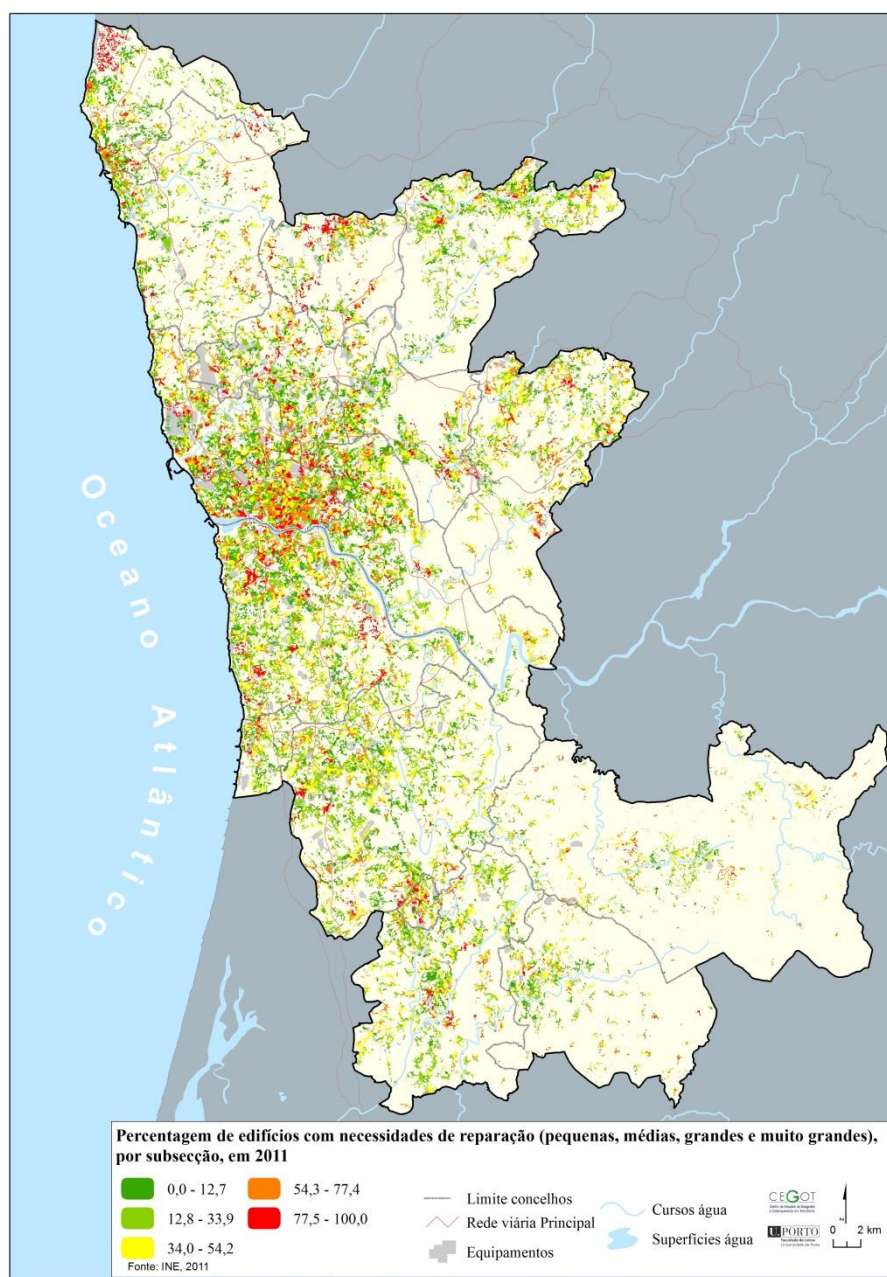
Observando o Gráfico 9, na AMP o edificado tem necessidade de reparação em média 34% de todos os edifícios clássicos. O concelho do Porto supera a média da AMP, apresentando aproximadamente 44% dos edifícios com necessidade de reparação, o que demonstra que é um concelho que evidencia da restante área metropolitana. Já Vila Nova de Gaia, também acima da média da AMP, mas menos afastada da média da metrópole, representando uma média de 36% de edifícios com necessidades de reparações.



**Gráfico 9 - Percentagem média de necessidade de reparação dos edifícios clássicos na AMP, Porto e V. N. Gaia em 2011**

Espacialmente este é um indicador que apresenta áreas bastante degradadas, e com algumas subsecções acima da média (Mapa 19). São os casos mais evidentes a Norte na freguesia de Estela na Póvoa de Varzim, onde é possível ver uma mancha de subsecções onde os seus edifícios clássicos estão com necessidades de grandes reparações uma vez que são edifícios maioritariamente antigos, construídos antes de 1980. Também a cidade da Trofa e nas áreas envolventes está representada parcialmente por edifícios muito degradados em vários quarteirões.

A AMP, tirando as exceções acima referidas, é uma área edificada, com mais de metade dos edifícios considerados antigos (edifícios construídos antes de 1980). No entanto analisando o mapa das necessidades de reparação (Mapa 19) entende-se que a maioria dos edifícios antigos já teve obras de reparações e de reabilitação, contribuindo para um parque edificado com melhores condições de habitação e sustentabilidade urbana.



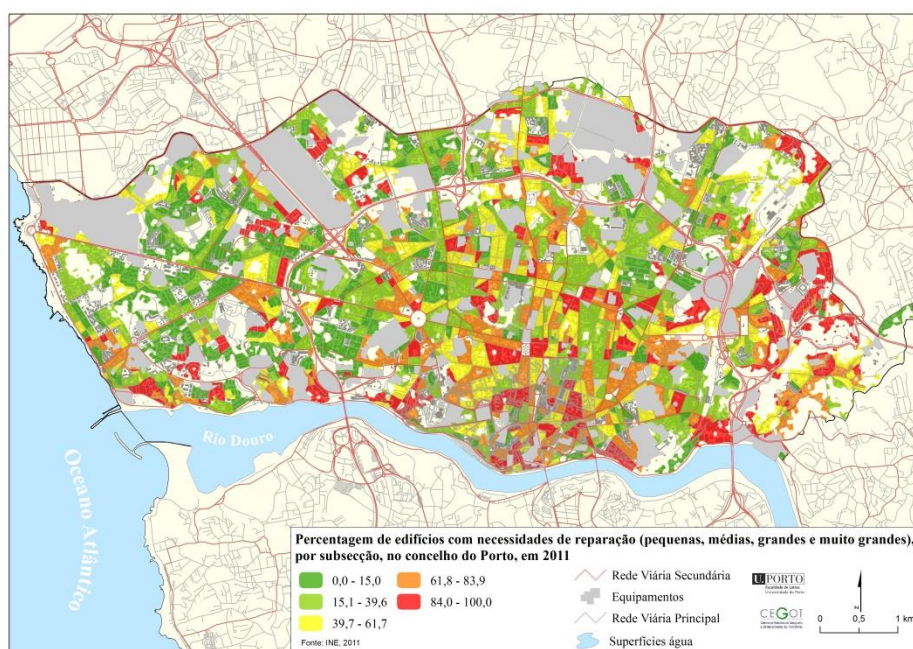
**Mapa 19 - Percentagem de edifícios com necessidade de reparação e muito degradados na AMP em 2011**

Porto e Vila Nova de Gaia são concelhos que se diferenciam da restante AMP. Como já foi dito anteriormente, o Porto é um concelho que está acima da média no que diz respeito a edifícios clássicos com necessidade de reparações. Contudo, olhando com pormenor para o Mapa 20, e apesar de existirem ainda algumas subsecções com edifícios muito degradados e

com grandes necessidades de reparações, comparando com a época de construção do Porto, verifica-se que o Porto é um município que recebeu várias obras de reabilitações do edificado.

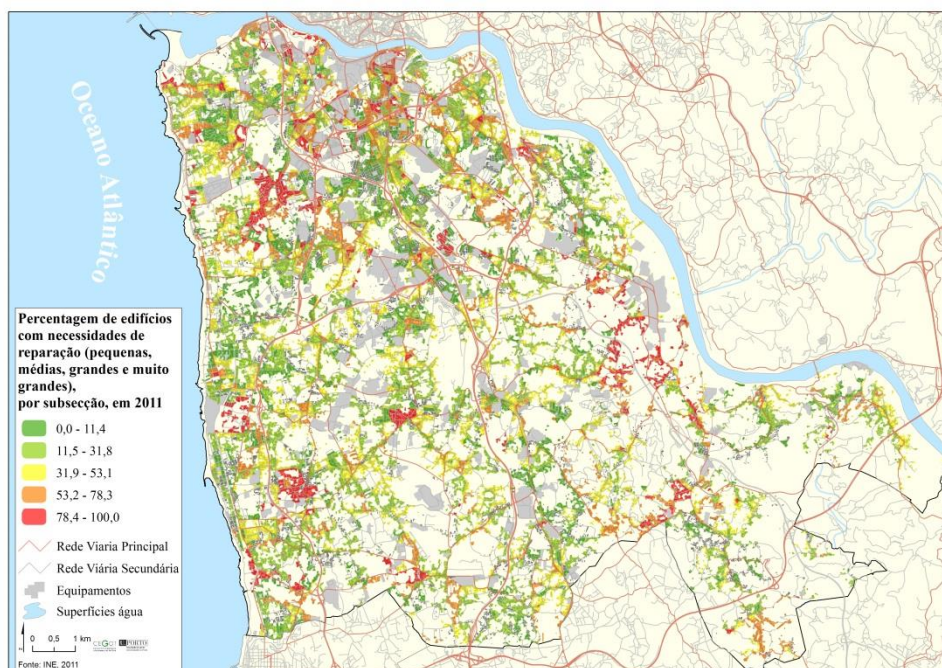
É um concelho marcado por edifícios bastante antigos, principalmente no centro histórico, com subsecções com um edificado com baixos índices de necessidades de reparações o que é uma mais-valia para o concelho. A reabilitação do parque edificado torna uma área urbana ainda mais atrativa, com edifícios mais sustentáveis, capazes de corresponder às necessidades da população a nível de conforto e salubridade no interior do edifício, ajudando a fixar a população e as atividades, e contribuindo para a compactação urbana. É um concelho com perda populacional e de atividades económicas, em que a regeneração continua a ser prioritária.

Como se pode analisar no Mapa 21, Gaia é um concelho que tem vários quarteirões urbanos com edifícios ainda muito degradados e com grandes necessidades de reparações, principalmente no centro histórico e nas áreas ribeirinhas. No entanto, apesar de ser um concelho em que mais de metade dos edifícios são considerados antigos, alguns já sofreram reparações e obras de reabilitação, o que favorece a atratividade residencial e económica, sendo um município que desde 1991 se encontra em crescimento social, económico e urbano.



**Mapa 20 - Percentagem de edifícios com necessidade de reparação e muito degradados no Porto em 2011**





**Mapa 21 - Percentagem de edifícios com necessidade de reparação e muito degradados no concelho de V. N. Gaia em 2011**

### 5.4.3 Materiais de construção

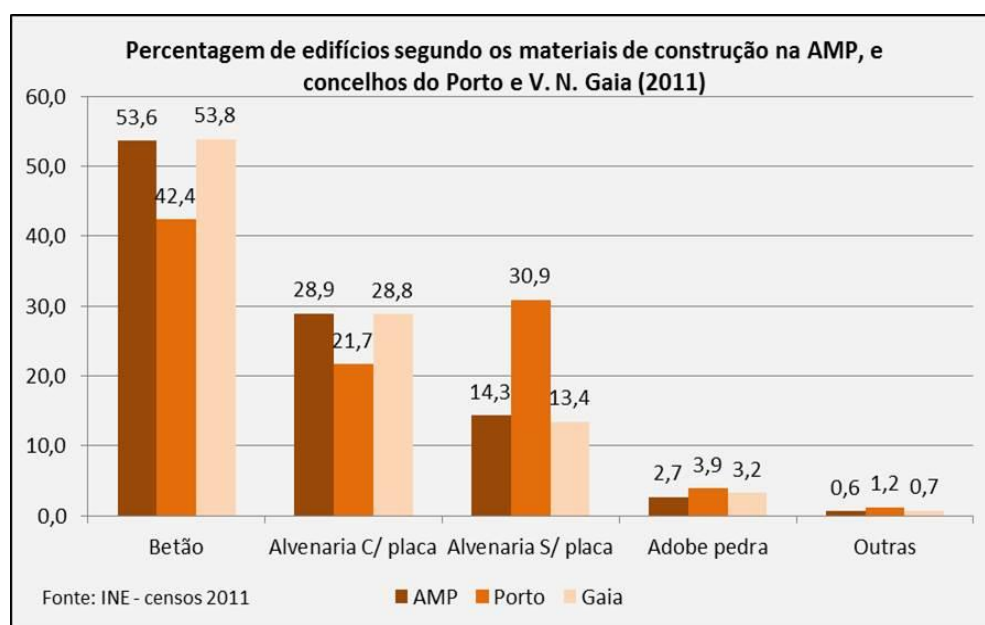
Um outro indicador capaz de contribuir para avaliar a sustentabilidade dos edifícios construídos, são os materiais de construção do edificado. Os materiais de construção têm um papel fundamental no que diz respeito à sustentabilidade de um edifício, particularmente com o conforto térmico de uma habitação. Existem materiais que são mais ou menos convenientes para que o interior de um edifício seja estável e confortável.

Numa primeira análise (Gráfico 10), a AMP possui uma grande percentagem de alojamentos clássicos (53,6%) construídos com recurso ao betão armado. Em contraste, as alvenarias com placas representam 28,9% do edificado, as alvenarias sem placa com 14,3% e os restantes dois tipos têm uma baixa representatividade.

O Betão armado é uma técnica construtiva que remonta desde os inícios da Revolução Industrial que dominou o século XX, daí ainda haver uma forte percentagem de alojamentos com estruturas de betão armado na AMP, uma vez que está presente num número considerável de edifícios construídos antes de 1960. Já a alvenaria com placas, como segundo critério que domina na AMP, pode-se explicar pelos processos de reabilitação que nesta área foram sujeitos nos últimos anos, nomeadamente nas estruturas dos edifícios e na construção de novos edifícios,

a cumprir regulamentos que impliquem a introdução de materiais mais sustentáveis e com um bom isolamento, permitindo uma melhoria no conforto térmico de um edifício.

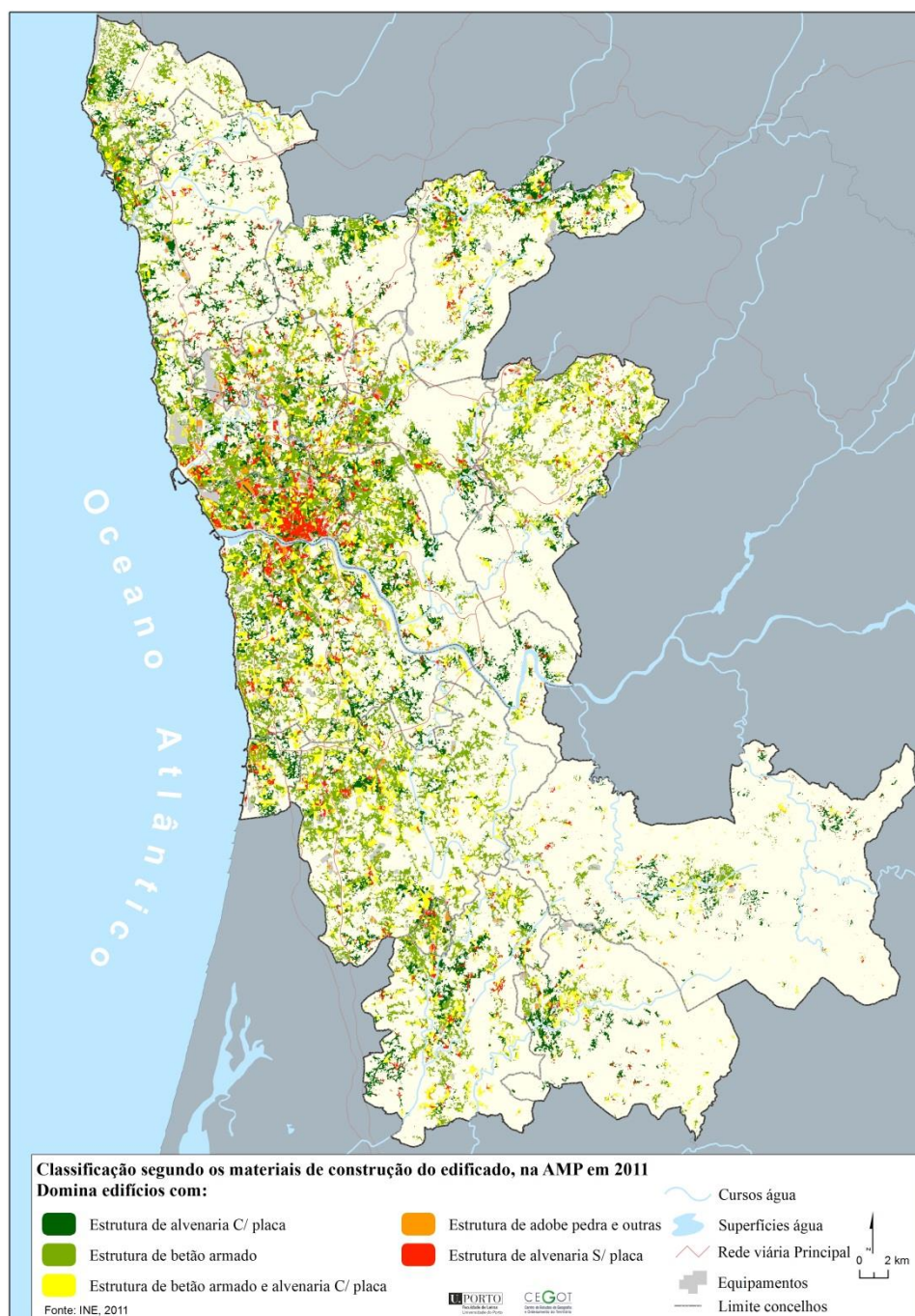
No caso específico do Porto, mais de 40% dos alojamentos clássicos contêm estruturas de betão armado e cerca de 31% representam os edifícios de alvenaria sem placa. As alvenarias com placa representam apenas 22% aproximadamente e as restantes estruturas têm pouco significado para o município. O concelho de Gaia a nível estatístico tem uma realidade muito semelhante à da AMP, com valores percentuais muito semelhantes. Neste concelho domina ainda as estruturas de betão armado (53,8%), seguindo-se as alvenarias com placa (28,8%) e as alvenarias sem placa (13,4%). As restantes estruturas, tal como na AMP e no Porto, têm pouca representatividade neste município.



**Gráfico 10 - Percentagem de edifícios segundo os materiais de construção na AMP, Porto e V. N. Gaia em 2011**

Especialmente e ao nível da sub-região AMP como se pode ver no Mapa 22 dominam os alojamentos clássicos de betão armado por toda a AMP e com alguma expressão as alvenarias com placa, com a exceção do Porto onde dominam as alvenarias sem placas. Analisando os mapas do edificado por época de construção e as necessidades de reparação, percebemos que nas subsecções onde dominam o betão armado e principalmente as alvenarias

com placa, são as áreas onde os edifícios são relativamente antigos mas já com uma percentagem de necessidade de reparação bastante baixa, daí a presença de técnicas de isolamento térmico e introdução de placas que contribuem para sustentabilidade das áreas construídas e o conforto térmico dentro do próprio edifício.

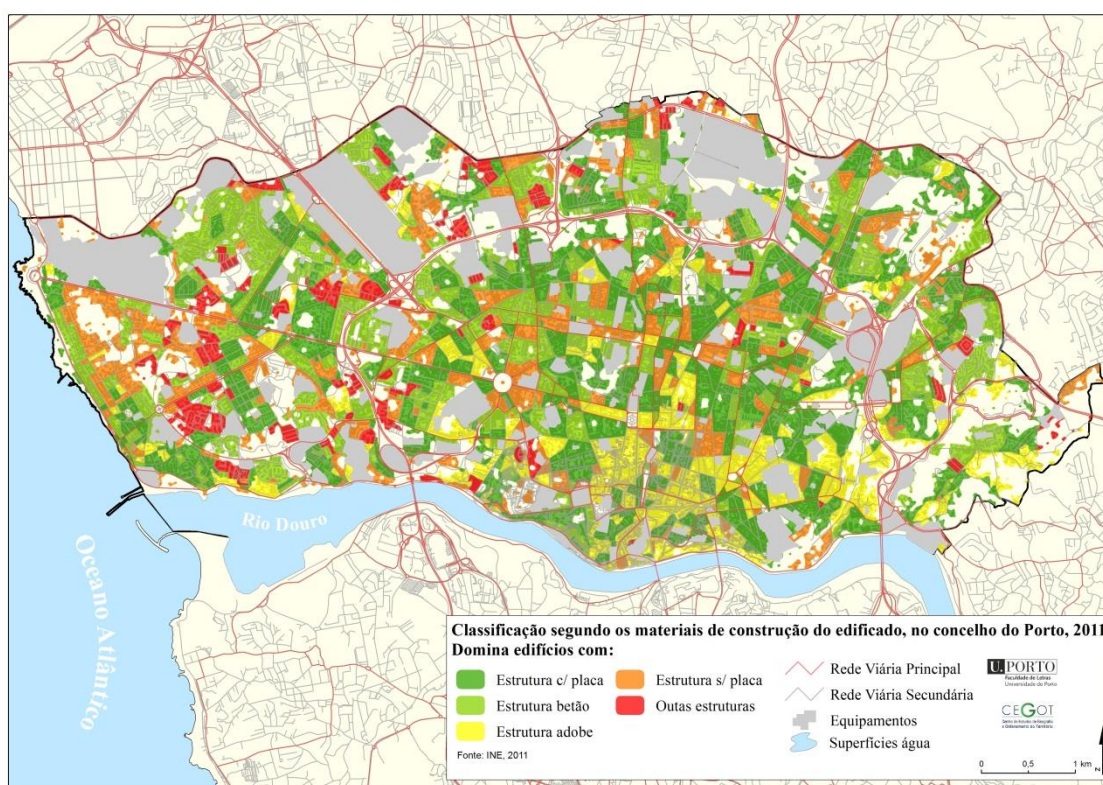


**Mapa 22 - Materiais de construção do edificado por subsecção estatística na AMP em 2011**



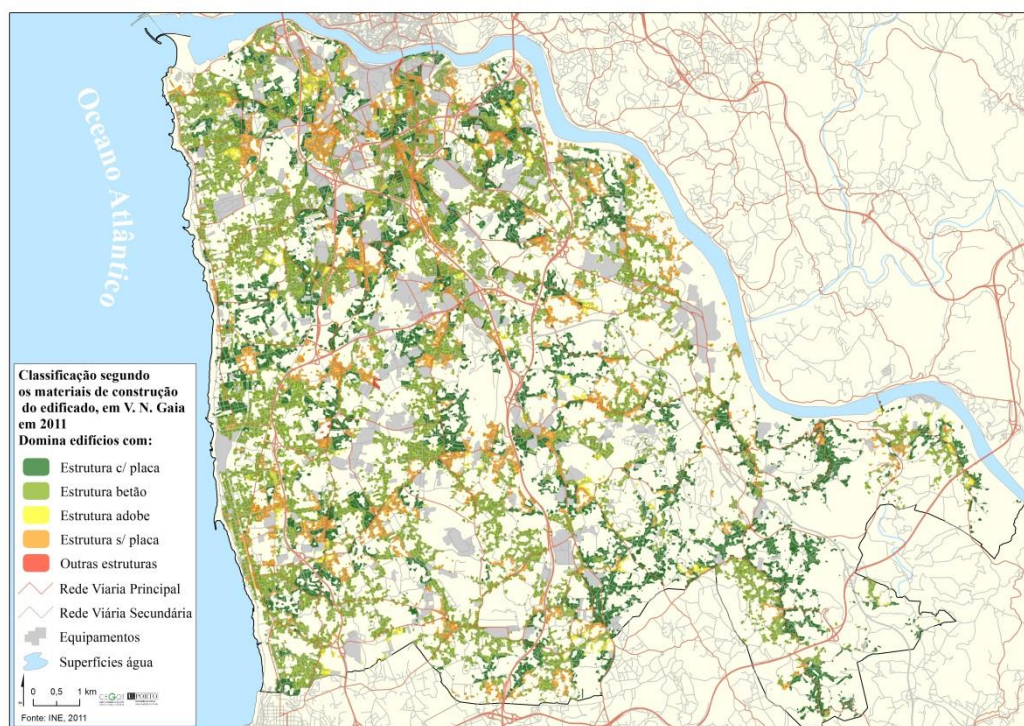
Analisando com mais pormenor o concelho do Porto, e analisando o Mapa 23, verifica-se que dominam as estruturas de betão armado de uma forma dispersa por todo o município. No centro histórico do Porto evidenciam-se as estruturas de alvenaria de pedra solta e adobe, uma vez que é um centro marcado por edifícios bastante antigos. As áreas urbanas quase sem necessidades de reparação são edificadas em alvenarias com placa, garantindo algum conforto térmico interno ao próprio edifício.

O caso de Gaia vai ao encontro do que foi referido para a AMP, com uma dominância do betão armado por todo o concelho e alguma expressão no edificado em alvenarias com placas (Mapa 24). Os quarteirões com presença de alvenarias sem placas são aqueles que apresentam edifícios já com alguma idade e com necessidades de reparação com alguma expressividade. Os edifícios com estruturas de alvenarias com placas são edifícios mais recentes e ainda em bom estado de conservação, têm as placas como isolamento térmico para melhorar a qualidade do ambiente interior de um alojamento.



**Mapa 23 - Materiais de construção do edificado por subsecção estatística no concelho do Porto em 2011**





**Mapa 24 - Materiais de construção do edificado por subsecção estatística em V. N. Gaia em 2011**

Assim, pode-se concluir que nas áreas de objeto deste estudo dominam ainda estruturas com betão armado o que vai de encontro ao que Ricardo Mateus e Luís Bragança afirmaram, que “é ainda, apensar de todos os inconvenientes apontados até agora, o material base nas principais soluções construtivas da Construção portuguesa” (Mateus & Bragança, 2006, p. 111). Afirmam que esta liderança se deve às potencialidades e ao baixo custo que esta técnica construtiva apresenta em relação a outras técnicas, acreditando na descoberta de outro material que seja competitivo com o betão e com mais benefícios económicos e ambientais.

## 6. Conclusões finais

---

Chegado ao final deste trabalho, é necessário refletir e retirar algumas considerações finais. Neste estudo abordámos assuntos variados, nomeadamente a forma urbana, a mobilidade e a construção numa lógica de sustentabilidade ambiental. Tínhamos objetivos principais no início desta pesquisa como a identificação de formas urbanas compactas e dispersas, compreender a relação entre estas formas e a mobilidade e por fim uma breve caracterização e relação do edificado com a compactidade.

Para o cumprimento dos objetivos referidos, nomeadamente do primeiro, foi produzida uma metodologia, tendo sido identificado três parâmetros baseados no artigo publicado em 2014 de Jochen Jaeger e Christian Schwick. As escolhas dos parâmetros contribuíram para identificação de territórios mais ou menos compactos e dispersos. Para os outros dois objetivos foram aplicadas metodologias de análise de *clusters* que permitiram caracterizar cartograficamente a mobilidade e os indicadores da construção.

Genericamente podemos concluir que a metodologia desenvolvida e aplicada para a identificação de índices de compactação e dispersão teve resultados positivos, que permitiram verificar territórios mais ou menos compactos e dispersos das áreas de estudo. Quanto à análise de *clusters* foi uma metodologia pertinente para a caracterização da mobilidade e dos indicadores da construção numa lógica de sustentabilidade ambiental.

Relativamente à identificação de formas urbanas mais ou menos compactas na Área Metropolitana do Porto, verifica-se um núcleo urbano consolidado, nomeadamente no concelho do Porto e áreas envolventes com um índice de compactação elevado. À medida que nos afastamos deste núcleo os níveis de dispersão vão aumentando. No entanto, nestas áreas mais afastadas surgem alguns núcleos urbanos com alguma expressividade quanto à compactação, como São João da Madeira e Santa Maria da Feira, que contribuem para uma maior coesão e valorização da AMP.

Na relação da mobilidade e a forma urbana da AMP, são nas áreas mais compactas que apresentam uma menor dependência do uso automóvel, utilizando meios de transporte mais sustentáveis. A maior dependência verifica-se em áreas de menores densidades populacionais e

de edifícios, e com territórios marcados pela dispersão do edificado, contribuindo para a utilização do transporte privado.

No que diz respeito à construção, a AMP tem ainda uma elevada percentagem de alojamentos antigos (todos aqueles antes de 1980) que se distribuem espacialmente de forma irregular por toda a área metropolitana. Quanto ao estado de conservação e necessidade de reparação tem uma média de 34%, aproximadamente. Espacialmente verifica-se áreas mais degradadas a Norte da AMP, nomeadamente no concelho da Póvoa de Varzim e também na cidade da Trofa. As restantes áreas apresentam-se com percentagens de necessidades de reparação mais baixas. Por fim, quanto aos materiais de construção, domina ainda na AMP o betão armado, estando distribuída espacialmente de forma irregular.

O Porto é um concelho com elevados índices de compactação, uma vez que é a cidade central da AMP, concentrando população, atividades económicas, serviços e lazer. É um município que menos de metade da população utiliza o automóvel para se deslocar para o local de trabalho ou estudo, e que se localizam sobretudo no centro histórico e áreas envolventes. Na faixa litoral domina os transportes menos sustentáveis, que pode estar associado aos padrões sociais elevados que se verifica nesta área.

Quanto aos indicadores da construção, nomeadamente a época de construção, o Porto é um concelho que tem uma primeira coroa bastante envelhecida, associada ao centro histórico. Nas áreas adjacentes a esta coroa são também áreas envelhecidas mas não tão antigas como o centro histórico do Porto. Os edifícios mais recentes estão localizados nas áreas envolventes ao parque da cidade, um espaço verde construído mais recentemente e que atraiu a população e a construção de novos edifícios. Relativamente ao estado de conservação e necessidade de reparação do edificado, existem algumas subsecções com edifícios muito degradados e com grandes necessidades de reparação. Contudo, é um município que já sofreu algumas obras de reabilitações que contribuíram para que algumas subsecções apresentem baixos níveis de necessidades de reparações, mesmo estando associadas a edifícios antigos.

Por fim, quanto aos materiais de construção, domina no Porto as estruturas de betão armado de uma forma dispersa por todo o concelho. No centro histórico dominam estruturas de alvenaria de pedra solta e adobe, uma vez que é uma área marcada por edifícios bastante

antigos. As áreas urbanas quase sem necessidades de reparação são estruturadas em alvenarias com placa, garantindo algum conforto térmico no interior do edifício.

Vila Nova de Gaia é um concelho com áreas compactas sobretudo a norte, onde há uma maior densidade populacional e de edifícios. À medida que nos afastamos do centro histórico e áreas ribeirinhas (Norte do concelho) aumenta os índices de dispersão, com algumas manchas com índices de compactação significativos. É um concelho em que mais de metade da população utiliza transportes menos sustentáveis, nomeadamente o automóvel para se deslocarem para o local de trabalho ou estudo, sobretudo onde a forma urbana é mais dispersa.

Relativamente à construção, o centro histórico e áreas ribeirinhas são onde se verifica edificações mais antigas. O período com maior representatividade, nomeadamente 1961 a 1980, tem os edifícios dispersos por toda a área concelhia. Apesar de ser um concelho que, metade dos edifícios são considerados antigos, alguns já sofreram obras de reabilitação, o que favorece a atratividade residencial e económica. Por fim, é um concelho em que domina o betão armado, com alguma expressão em estruturas de alvenaria com placas.

Sintetizadas as principais observações feitas nas áreas de estudo, podemos retirar as seguintes conclusões:

- A metodologia aplicada para a identificação de áreas mais ou menos compactas e dispersas é válida. É evidente uma coroa central com níveis elevados de densidade e ocupação do solo, evidenciando uma estrutura urbana consolidada. Está presente também presente na AMP um modelo de povoamento mais ou menos disperso fora da coroa central, seguindo a abordagem conceptual desenvolvida. Esta é uma área bastante extensa, de menor densidade, menos consolidada e por isso com uma ocupação mais difusa. Uma vez que a grelha de análise tem uma dimensão relativamente grande face à estrutura de povoamento detetada é normal que os sistema disperso esteja menos visível nos resultados apresentados. Assim, de forma a tornar os resultados mais precisos, foram definidos dois contextos territoriais, Porto e Vila Nova de Gaia, onde se aplicaram com critérios metodológicos mais finos. Este ensaio numa escala mais fina permitiu ter resultados mais adaptados à malha urbana e aos níveis de ocupação do solo. Conclui-se então que, a metodologia é válida e útil em matéria de ordenamento do

território e que em projetos futuros poder-se-á avançar para aplicações mais adaptadas a contextos territoriais diferenciados.

- Existe uma relação ente a forma urbana e a mobilidade, visível e demonstrada cartograficamente. Nas áreas urbanas compactas, associadas a densidades mais elevadas (popacionais e de edifícios), e a distâncias mais curtas, a dependência do automóvel é menor relativamente às áreas mais dispersas e menos densas. Isto confirma que em áreas compactas, nomeadamente no núcleo urbano consolidado, há uma predisposição maior da população para utilizar transportes mais sustentáveis, como por exemplo, os transportes públicos, o andar a pé ou a bicicleta. Usos fragmentados do solo, com uma ocupação descontínua, promovem o uso e a própria preferência pelo automóvel nas deslocações pendulares da população. Assim, é possível corroborar o que foi afirmado conceptualmente, que as maiores densidades populacionais e as maiores diversidades de uso do solo nas áreas urbanas permitem reduzir as necessidades de deslocação da população, nomeadamente diminuir a dependência do uso do automóvel. Esta diminuição traz benefícios ambientais para as áreas urbanas, pois contribui para a redução de poluentes e emissões de GEE.
- Por fim, quanto ao parque edificado em áreas mais compactas, evidenciam-se edifícios mais antigos. No entanto, houve ao longo dos anos uma maior predisposição para a realização de processos de reabilitação em alguns bairros, mais precisamente nos edifícios antigos no concelho do Porto. Nas áreas mais dispersas estão representados os edifícios mais recentes, e assim com menores necessidades de reparações com relevância nas estruturas de alvenaria com placa. Os edifícios têm um papel preponderante, pois permitem tornar as áreas urbanas reabilitadas mais atrativas para a fixação da população e atividades económicas e consequentemente na melhoria da qualidade ambiental no interior do próprio edificado.

Conclui-se que a produção cartográfica e análise multivariada foram muito importantes para o decorrer deste trabalho, demonstrando que as metodologias desenvolvidas e aplicadas serão úteis em processos de análises territoriais. Este trabalho foi também importante para o conhecimento e compreensão do tema no que diz respeito à forma urbana e sustentabilidade. Contribuiu também para o aperfeiçoamento e desenvolvimento de novas competências técnicas em *ArcGIS* e *SPSS Statistics*.

No futuro, pretendemos aprofundar esta abordagem metodológica, a contextos territoriais diferenciados, com a introdução de novos indicadores que poderão ser uma mais-valia na análise do ordenamento do território e sustentabilidade.

## 7. Referências Bibliográficas

- Acioly, C. (2000). "Can Urban management deliver the sustainable city" in M. Jenks and R. Burgess (eds.) *Compact cities: sustainable urban forms for developing countries*: Taylor & Francis.
- AEA. (2006). *Urban sprawl in Europe - The ignored challenge*. Retrieved from
- Alberti, M. (2005). The effects of urban patterns on ecosystem function. *International regional science review*.
- AMP. (2008). Plano Territorial de Desenvolvimento da AMP.
- Bramley, G., Dempsey, N., Power, S., & Brown, C. (2006). *What is 'social sustainability', and how do our existing urban forms perform in nurturing it?* Paper presented at the "Sustainable Communities and Green Futures", London: UCL, Bartlett School of Planning.
- Bramley, G., & Kirk, K. (2005). Does planning make a difference to urban form? Recent evidence from Central Scotland. *Environment and Planning A*, 37(2), 355-378.
- Breheny, M. (1997). Urban compaction: Feasible and acceptable? *Cities*, 14(4), 209-217.
- Burton, E. (2002). Measuring urban compactness in UK towns and cities. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 29.
- Cândido, M. C. d. A. (2010). *Desenvolvimento Sustentável e Pobreza no Contexto de Globalização. O caso de Moçambique*. Universidade Nova de Lisboa.
- Carvalho, J., & D'Abreu, A. (2009). *A Ocupação Dispersa no Quadro dos PROT e dos PDM*. Retrieved from Apresentação na Universidade de Évora no âmbito do Projecto "Custos e benefícios, à escala local, de uma ocupação dispersa":
- CCE. (1990). *Livro Verde Sobre o Ambiente Urbano*. Bruxelas: Comissão das Comunidades Europeias.
- CE. (1996). Relatório sobre as cidades europeias sustentáveis.
- CE. (1998). Desenvolvimento urbano sustentável na união europeia: um quadro de acção.
- CMAD. (1991). *O Nosso Futuro Comum*. (Tradução "Our Future Commum" publicado em 1987). Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas.
- Costa, A., & Appleton, J. (2002). *Estruturas de Betão I - Parte II Materiais*. Instituto Superior Técnico.
- Crane, R. (1996). *Cars and Drivers in the New Suburbs: Linking Access to Travel in Neotraditional Planning*. Universidade da California

- Dantzig, G., & Saaty, T. (1973). Compact City: A Plan for a Livable Urban Environment. *Operations Research*.
- Delgado, C. (2010). *Expansão urbana e fragmentação de áreas com forte aptidão agrícola: o caso de estudo da “bacia leiteira primária” de Entre-Douro-e-Minho*. (Dissertação para obtenção de grau de Mestre), Faculdade de Letras da Universidade do Porto, Porto.
- Dieleman, F., & Wegener, M. (2004). Compact City and Urban Sprawl. *Built Environment* (1978-), 30(4).
- Elkin, T., McLaren, D., & Hillman, M. (1991). *Reviving the City: Towards Sustainable Urban Development*. Friends of the Earth, Policy Studies Institute: Friends of the Earth Trust.
- EPA. (2001). *Our built and natural environments: A technical review of the interactions between land use, transportation, and environmental quality*.
- Ferreira, A., & Pedrosa, F. *Projecto de Climatização*. Retrieved from Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto:
- Fontão, E. (2014a). *Apresentação sobre a eficiência energética nos edifícios na Faculdade de Letras da Universidade do Porto*.
- Fontão, E. (2014b). *Contributo para a Eficiência Energética dos Edifícios em Ambiente Urbano*. (Tese para obtenção de grau de Doutor), Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto.
- Fontenelle, C., Bucar, C., & Martinez, V. (2014). *Materiais de Construção: Alvenaria*. Retrieved from Laboratório de Construção da Faculdade de Arquitectura da Universidade do Porto:
- Gadotti, M. (2000). *Pedagogia da terra*. São Paulo: Fundação Peirópolis
- Garreau, J. (1992). *Edge City: Life on the New Frontier*: Anchor Books.
- Gordon, P., & Richardson, H. W. (1989). Gasoline Consumption and Cities: A Reply. *Journal of the American Planning Association*, 55(k3).
- Gordon, P., & Richardson, H. W. (1997). Are compact cities a desirable planning goal? *Journal of the American Planning Association*, 63(1), 95-106.
- INE, & DGEG. (2010). Inquérito ao Consumo de Energia no Setor Doméstico.
- Isolani, P. (2008). *Eficiência energética nos edifícios residenciais*. Retrieved from
- Jabareen, Y. R. (2006). Sustainable urban forms: Their typologies, models, and concepts. *Journal of Planning Education and Research*, 26(1), 38-52.  
doi:10.1177/0739456X05285119
- Jaeger, J. A. G., & Schwick, C. (2014). Improving the measurement of urban sprawl: Weighted Urban Proliferation (WUP) and its application to Switzerland. *Ecological indicators*, 38, 294-308.
- Kenworthy, J. R., & Laube, F. B. (1996). Automobile dependence in cities: An international comparison of urban transport and land use patterns with implications for sustainability. *Environmental Impact Assessment Review*, 16(4–6), 279-308.
- Khodabakhshi, S. (2011). Density & Sustainable Urban Development.
- Madureira, H. (2005). *Paisagem urbana e desenvolvimento sustentável. Apontamentos sobre uma estreita relação entre Geografia, Desenvolvimento Sustentável e Forma Urbana*. Paper presented at the X Colóquio Ibérico de Geografia, Évora.
- Madureira, H. (2006). Na procura de formas urbanas sustentáveis: A necessidade de contextualização geográfica. *Revista da Eurorrexión Galicia-Norte de Portugal*.
- MAOTE. (2015). *Cidades sustentáveis 2020*.
- Marôco, J. (2007). *Análise Estatística com o SPSS Statistics*.

- Marques, T. S. (2002). *Dinâmicas territoriais: Portugal na transição do século (XX/XXI)*. Volume 1. (Dissertação para obtenção de grau de Doutor), Faculdade de Letras da Universidade do Porto, Porto.
- Marshall, S. (2005). *Urban pattern specification. Sustainability of land use and transport in outer neighborhoods* Institute of Community Studies, London.
- Masnavi, M. (2000). *The New Millennium and the New Urban Paradigm: The Compact City in Practice, in Achieving Sustainable Urban Form* (Burton, E. Jenks, M. Williams, K. (eds.)): Taylor & Francis.
- Mateus, R. (2009). *Avaliação da sustentabilidade da construção: Proposta para o desenvolvimento de edifícios mais sustentáveis*. (Obtenção de grau de Doutor em Engenharia Civil), Universidade do Minho.
- Mateus, R., & Bragança, L. (2006). *Tecnologias construtivas para a sustentabilidade da construção* (E. Ecoply Ed.). Porto.
- Morais, L. (2009). *Consumos Energéticos no Sector Residencial: Um Caso de Estudo*. (Dissertação apresentada na Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil), Univerisdade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real.
- Nasar, J. (2003). Does NeotraditionalDevelopment Build Community?
- Nations, U. (2014). *World urbanization propescts: The 2014 revision* Department of Economic and Social Affairs, Population Division.
- Neuman, M. (2005). The compact city fallacy. *Journal of Planning Education and Research*, 25(1), 11-26. doi:10.1177/0739456X04270466
- Newman, P. W. G., & Kenworthy, J. R. (1989). Gasoline Consumption and Cities. *Journal of the American Planning Association*, 55(1), 24-37.
- Peiser, R. (2001). Decomposing Urban Sprawl. *The Town Planning Review*, 72(3), 275-298. doi:10.2307/40112455
- Pinheiro, M. (2006). *Ambiente e Construção sustentável*. Retrieved from Amadora:
- Pinho, P. (1997). *Dinâmicas de transformação e qualidade do ambiente urbano: o caso da Área Metropolitana do Porto*. Retrieved from
- PNPOT. (2007). Programa Nacional de Políticas de Ordenamento do Território.
- Poças, J. (2008). *Estudo do comportamento térmico e mecânico em paredes de alvenaria*. (Dissertação para obtenção de grau de mestre), Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto.
- Portugal-2020. (2014). *Acordo Parceria 2014 - 2020*.
- Pouyanne, G. (2004). Urban form and travel patterns: An application to metropolitan area of bordeaux.
- PROT-N. (2009). Programa Regional de Ordenamento do Território.
- Queirós, M., & Vale, M. (2005). *Ambiente urbano e intervenção pública: O programa polis*. Paper presented at the X Colóquio Ibérico da Geografia, Évora.
- Sachs, I. (2004). *Desenvolvimento: includente, sustentável e sustentado*. Rio de Janeiro: Garamond Ltda.
- Santana, N. B. (2012). *Crescimento económico, desenvolvimento sustentável e inovação tecnológica - uma análise de eficiência por envoltória de dados para os países do BRICS*. Universidade de São Paulo, São Carlos.
- Saraiva, A. (2005). Micro-economia II - compêndio



- Serra, A. (2012). *Análise de patologias em estruturas construídas em ambiente marítimo*. (Dissertação para obtenção de grau de Mestre), Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto.
- Silva, F., Marques, T. S., & Delgado, C. (2012). Processos de expansão urbana e mudanças na paisagem: ensaio metodológico (1950 - 2000). *Revista da Faculdade de Letras*.
- Sousa, J. (2007). *Apresentação "Procura e comportamento do consumidor"*. Instituto Superior de Engenharia do Porto.
- Steenemers, K. (2003). Energy and the city: density, buildings and transport. *Energy and Buildings*, 35(1).
- Thomas, L., & Cousins, W. (1996). *The Compact City: a successful, desirable and achievable urban form?* in Jenks, Burton and Williams (eds.) *The Compact City: a sustainable urban form?* (E. Burton, M. Jenks, & K. Williams Eds.): Taylor & Francis.
- Tsai, Y.-. (2005). Quantifying urban form: compactness versus 'sprawl'. *Urban Studies*, 42(1).
- Vale, D. S. (2004). *Eficiência espacial das políticas de habitação: Requisito fundamental para o desenvolvimento urbano sustentável?* Paper presented at the Congresso internacional "Ordenamento Territorial e Desenvolvimento Urbano", Instituto Superior de Ciências Sociais e Políticas, Lisboa.
- Varella, M., & Barros-Platiau, A. F. (2009). *Proteção Internacional do Meio Ambiente* (Vol. 4). Brasília.
- Vassalo, V. P. L. (2009). *Certificação Territorial: Proposta de critérios de avaliação para áreas urbanas sustentáveis*. (Grau de Mestre em Ordenamento do Território e Planeamento Ambiental), Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, Lisboa.